НАУКА И ЖИЗНЬ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРАВДА». МОСКВА

1

1973

● Вакуумная металлургия — новая отрасль техники, созданная советскими инженерами, переходит от стадии лабораторных исследований в промышленность ● В феврале 1973 года исполняется 500 лет со дня рождения Николая Коперника, человека, который «остановил Солнце и привел в движение Землю» ● Скорость света в вакууме равна 299792,462 ± 0,018 км/сек — экспериментаторы улучшили точность измерения более чем в 5 раз ● Ежедневная пятиминутная тренировка центральной нервной системы по специальной программе становится настоятельной необходимостью.





В номере:

ПЕРЕПИСКА С ЧИТАТЕЛЯМИ

НА ОБЛОЖКЕ:

1-я стр. — Древний глинобитный дом — толос (V тысячелетие до н. э.). Раскопки советской археологической экспедиции в Ираке, в урочище Ярым-тепе. Фото В. Гуляева.

Внизу — А. П Чехов. Фото 1898 г.

2-я стр. — Тонкий срез (шлиф) льда под микроскопом. Исследуя такие шлифы, ученые определяют структуру различных типов льда, узнают, при каких условиях лед формировался, его физические свойства. (Снимок сделан в поляризованном свете). Фото В. Опалина.

3-я стр.— Лапчатка-прямостоячая (калган). На рисунке общий вид растения и отдельный цветок. Фото В. Веселовского.

4-я стр.— Донце городецкой прялки, инкрустированное мореным дубом. XIX в. Фото М Успенского.

НА ВКЛАДКАХ:

1-я стр.— Рис. М. Аверьянова к ст. «Загадка трения качения».

2—3-я стр.— Рис. О. Рево к ст. «На пути к протезу сердца».

4-я стр.— Рис. М. Аверьянова.

5-я стр.— Фото В. Гуляева и рис. Э. Смолика. к ст. «Первые земледельцы планеты».

6—7-я стр.— У якутских мерзлотоведов. Фото В. Опалина.

8-я стр.— Фотоэтюд В. Опалина.

НАУКА И ЖИЗНЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ
ОРДЕНА ЛЕНИНА ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВА «ЗНАНИЕ»

№ 1 ЯНВАРЬ 1973

Издается с сентября 1934 года

Используя большой опыт отечественной промышленности, советские металлурги создали новую отрасль техники — вакуумную металлургию. Позже, чем в других металлургических процессах, вакуум и атмосферу инертных газов начали применять при горячей обработке металлов давлением. Исследования особенностей высокотемпературной пластической деформации в вакууме, проведенные Московским институтом стали и сплавов, Центральным научно-исследовательским институтом черной металлургии им. И. П. Бардина, Украинским научно-исследовательским институтом металлов, Физико-техническим институтом АН УССР, Институтом металлургии имени А. А. Байкова АН СССР, Узбекским комбинатом тугоплавких и жаропрочных металлов и др., показали высокую эффективность нового метода обработки металлов. В настоящее время от лабораторных исследований переходят к промышленному освоению горячей прокатки в вакууме.

На ряде предприятий установлены вакуумные прокатные станы для получения многослойных материалов, чистых и сверхчистых металлов, необходимых новой технике. Проектируются мощные вакуумные прокатные станы для получения листов больших габаритов из тугоплавких металлов и сплавов.

Можно надеяться, что в ближайшие 5—10 лет значительная часть тугоплавких, редких, химически активных металлов и сплавов на их основе будет обрабатываться в вакууме и в инертных средах. Благодаря этому улучшатся свойства полуфабрикатов из таких металлов и сплавов. Кроме того, у новых процессов обработки будут более высокие технико-экономические показатели, что позволит расширить объем производства и применения новых материалов. А это — необходимое условие ускорения научно-технического прогресса.

Член-корреспондент Академии наук СССР
Б. САХАРОВ.

ПРОКАТКА В В

Доктор технических наук, профессор А. КРУПИН,
кандидаты технических наук Б. ЛИНЕЦКИЙ и В. ЧЕРНЫШЕВ.

ВЕЛИКОЛЕПНАЯ СЕМЕРКА

В 1783 году испанские химики братья д'Элуяр выделили из минерала вольфрамита вольфрамовый ангидрид (открытый за два года до этого шведским химиком К. Шееле) и, восстановив его углеродом, впервые получили сам металл, который назвали вольфрам (от немецких слов Wolf — волк, Rahm — пена; такое название объяснялось тем, что минерал вольфрамит, сопровождавший оловянные руды, мешал выплавке олова, переводя его в пену шлаков — «пожирал олово, как волк овцу»).

Более 120 лет понадобилось, чтобы понять, какими необыкновенными свойствами обладает этот металл, и найти ему достойное применение.

Открытые, как и вольфрам, многие десятилетия тому назад такие редкие металлы, как ниобий, тантал, цирконий, титан, молибден, рений, долгое время тоже не находили практического применения.

Ныне редкие металлы, в основном металлы этой «великолепной семерки», благодаря удачному сочетанию таких важнейших для новой техники свойств, как исключительная тугоплавкость, высокая жаропрочность и коррозионная стойкость, низкий температурный коэффициент линейного расширения, по праву заняли особое место в арсенале современных материалов. Именно их использование сыграло важнейшую роль в развитии авиации сверхзвуковых скоростей, ракетной и космической техники.

СЕРЬЕЗНЫЕ ПРЕПЯТСТВИЯ

Тугоплавкие металлы очень прочны, быстро теряют пластичность и сильно упрочняются при холодной обработке, в результате чего их сопротивление деформированию становится весьма большим. Значит, их обработку давлением нужно проводить в горячем состоянии, то есть предварительно нагревать заготовку, чтобы значительно повысить пластичность металла. Именно так поступают при обработке давлением боль-

шинства металлов и сплавов, особенно когда лриходится получать изделия из слитков относительно больших сечений. Но использовать эту классическую технологию для обработки туголлавких металлов и сплавов оказалось далеко не лростым делом. И вот почему.

Обладая целым рядом уникальных свойств, редкие металлы имеют весьма существенный недостаток. Стоит эти металлы, большинство из которых не взаимодействует с газами при комнатной температуре, нагреть на воздухе выше олределенного предела, как они начинают образовывать окислы, поглощать газы. Так, налример, вольфрам начинает окисляться при темлературе 400—500° С, а его горячую обработку давлением требуется лроводить при более высоких температурах, скажем, ковку при 1 500—1 600° С, лрокатку — лри 1 300—1 400° С; ннобий начинает окисляться лри 250—270° С, горячую же обработку его лроводят лри 1 100—1 300° С.

Поэтому если такие металлы обрабатывают вгорячую на воздухе, то это приводит, во-лервых, к большим потерям. Напрнмер, из каждой тонны вольфрама в окислы перейдет до 120 килограммов металла! Если учесть, сколь высока цена вольфрама, то ясно, какой ущерб это нанесет. Во-вторых, диффузия газов в тугоплавкий металл оказывает губительное влняние на многие его свойства. Напрнмер, увелнчение содержа-

А К У У М Е

ния кислорода в ренин с 0,002 до 0,025 процента лонижает лластнчность металла в 4 раза.

Что же делать, как предохранить от вредного влияния актнвных газов воздуха металлы, которые при горячей обработке давлением — прокатке, ковке, лрессовании — нагреваются до высоких темлератур?

Металлургам пришлось преодолеть немало трудностей, создавая прнемлемую технологию производства редких металлов. Услехи в этом направлении открывают им широкий путь в технику. Этот этап развития металлургии стал особенно актуальным в связи с результатами, достнгнутыми при лолученин чистых и сверхчистых металлов и сплавов. Нужна была такая технология обработки давленнем, которая бы не зачеркивала всего того, что давали для новой техники успехи «металлургии девяток», позволяющей получать металлы, содержащие всего лишь десятнтысячные, даже миллионные долн лрнмесей. Высокую чистоту металлов, от которой зависят нх многие важнейшне технологическне н фнзическне свойства, надо было сохраннть н на этапе обработки давленнем.

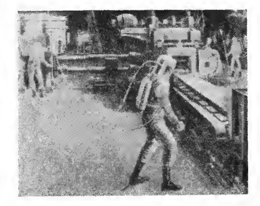
Чтобы защитить туголлавкне н редкне металлы от окисления н газонасыщения при нагреве н деформации, стали применять сварные оболочки из сталн, никеля, молнбдена и другнх матерналов, защитные обмазкн, металлические н металлокерамические локрытия и т. д.

Такие слособы защиты имеют существенные недостатки: в процессе деформации невозможно наблюдать за состояннем заготовки, находящейся в оболочке; отрнцательное влняние на качество металла оказывают газы, содержащиеся в самой оболочке; затруднено отделение металлических оболочек от деформнруемого металла, и поэтому требуется доролннтельная олерация — травленне (в растворах, не реагирующих с основным металлом) поверхностного газонасыщенного слоя н лр. Более того, для каждого обрабатываемого металла или сплава надо изыскивать локрытие со специфичными для данных условий свойствами, что само ло себе является весьма трудоемким процессом.

Все это, естественно, затрудняло решение проблемы промышленного производства изделий из туголлавких и редких металлов н сплавов на их основе. Надо было разработать другие, более эффективные способы, лолностью исключающие илн резко уменьшающие взаимодействие металлов с газами при горячей обработке давлением.

ЦЕХ, В КОТОРОМ НЕТ ВОЗДУХА

Взгляните на фотографию, ломещенную внизу. Что это? Космонавты в кабине орбнтальной станции нли на ловерхности другой планеты? На фотографни — рабочие в специальных скафандрах, которые обрабатывают молнбден в цехе, в котором нет воздуха.



«Ин-фаб» — цех для обработки давлением тугоплавких металлов и сплавов в среде инертного газа.

Этот цех, пущенный в эксплуатацию в 1960 году в американском городе Бриджвилле и названный «Ин-фаб» (сокращение от инерт-фабрикейшн), заполнен инертным газом аргоном. Чтобы вытеснить воздух из цеха и заместить его аргоном, был применен оригинальный и в то же время простой способ. В цех заносится резиновая оболочка, в которую накачивают инертный газ. Оболочка раздувается, и газ заполняет весь объем помещения; затем оболочку прокалывают. Для устранения возможного подсоса воздуха извне давление инертного газа в цехе поддерживается выше атмосферного.

«Ин-фаб» представляет собой герметичный стальной зал площадью около 400 квадратных метров и высотой 7 метров. В нем имеется все необходимое для проведения горячей обработки тугоплавких металлов: молот для ковки, обжимной прокатный стан с рольгангами, нагревательная индукционная печь, пила горячей резки металла и другое оборудование. Работающие в цехе пользуются специальными пневмокостюмами, которые обеспечивают внутреннюю циркуляцию воздуха и защищают человека от теплового и ультрафиолетового излучения.

В цехе «Ин-фаб» можно ковать и прокатывать тугоплавкие металлы в атмосфере инертного газа при очень высоких температурах (2500°С), то есть в условиях, при которых любой металл становится пластичным и легко поддается обработке.

Созданы и другие устройства для горячей обработки давлением тугоплавких и редких металлов в инертных средах. Такая деформация обеспечивает значительное уменьшение окисления и газонасыщения зтих металлов. Так, весовые потери на окисление при ковке молибдена не превышают 0,5 процента, в то время как ковка на воздухе сопровождается потерями до 12 процентов. Поверхность полос после прокатки в атмосфере аргона довольно чистая, без грубых дефектов и толстого слоя окалины.

Однако опыты показали, что деформация в среде даже высокоочищенного инертного газа не предохраняет полностью тугоплавкие и редкие металлы от влияния содержащихся в нем примесей (кислорода, водорода, азота). Можно, конечно, добиться еще более высокой степени очистки инертного газа, но зто связано с дополнительными зкономическими затратами.

ПРОКАТКА В ВАКУУМЕ

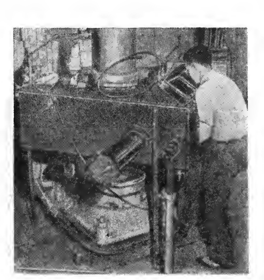
Почти в 20 тысяч раз понижается содержание примесей в высокочистом инертном газе по сравнению с их содержанием в воздухе. Но при разрежении в 10^{-6} миллиметров ртутного столба (мм рт. ст.), что соответствует давлению газа в космическом пространстве на высоте около 130 километров, количество примесей уменьшается в 760 миллионов раз.

Развитие нового метода обработки давлением тугоплавких металлов в Советском Союзе пошло именно по пути создания вакуумных устройств. При зтом вакуумные устройства легко могут быть использованы для проведения деформации и в инертной среде, то есть они являются с зтой точки зрения универсальными.

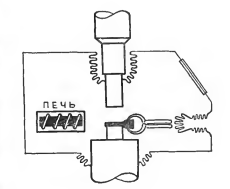
Первый вакуумный прокатный стан был сконструирован в Советском Союзе в Физико-техническом институте АН СССР в 1951 году. С тех пор в Советском Союзе создан целый ряд вакуумных прокатных устройств.

Все зти устройства по способу вакуумирования отдельных узлов стана можно разделить на два типа.

Проще всего, конечно, поместить в вакуумную камеру всю рабочую клеть прокатного стана. При зтом уплотнение валков производится по шпинделям и не представляет особого труда. Однако рабочие клети современных станов, например, непрерывных станов горячей прокатки листов, достигают высоты 8 метров. Для такой клети требуется вакуумная камера колоссального



Молот для ковки металлов в среде аргона (слева — общий вид; справа — схема).



объема—250 кубометров — и, чтобы быстро откачать ее, необходима исключительно мощная вакуумная система.

Если вакуумировать только прокатные валки, то эти трудности отпадают, но значительно усложняется уплотнение валков. В настоящее время эта проблема успешно решена созданием специального вакуумного ввода валков.

Примером устройства первого типа — клеть в камере — является вакуумный прокатный стан, созданный в Московском институте стали и сплавов, второго типа — валки в камере — стан, сконструированный в Физико-техническом институте АН СССР в 1960 году.

Зарубежные ученые тоже пришли к выводу о целесообразности использования вакуумных устройств. В США на одном из симпозиумов по вакуумной технике в 1958 году сообщалось о вакуумном прокатном стане для получения ленты из спрессованных штабиков титана. В 1962 году появилось сообщение об установке на заводе «Инфаб» вакуумного прокатного стана, названного «Вак-фаб» (сокращение от вакуум-фабрикейшн). «Вак-фаб» представляет собой лабораторный прокатный стан первого типа — его рабочая клеть размещается в стальном боксе.

Вакуумные прокатные станы подобного типа в последние годы стали строиться и в Японии.

ЕДИНСТВЕННЫЙ ПУТЬ

Если для многих тугоплавких и редких металлов горячая деформация в вакууме позволяет усовершенствовать технологию обработки, улучшить свойства металлов и существенно увеличить выход годной продукции, то для некоторых металлов новой техники обработка давлением в вакууме вообще оказалась единственным способом проведения самого процесса горячего деформирования. Показательна в этом отношении технология обработки тугоплавкого металла рения.

Обработка рения представляет собой исключительно сложный и трудоемкий процесс. В настоящее время в промышленности рений деформируют в холодном состоянии. А металл этот исключительно твердый, причем даже при небольшом обжатии (всего на 5—10 процентов) он сильно наклепывается и твердость его резко повышается. Это приводит к тому, что дальнейшая обработка становится невозможной. Чтобы сделать рений пластичнее и тем самым способным деформироваться, его надо отжечь — выдержать примерно при 1 800° С. Нагревать же рений в воздушной среде до столь высокой температуры нельзя: снизится качество металла, велики будут потери на окисление. Поэтому приходится отжигать рений в вакууме. И такой отжиг требуется проводить после каждого обжатия площади поперечного сечения на 10 процентов. Таких обжатий для получения из исходной заготовки изделия иногда нужен не один десяток.

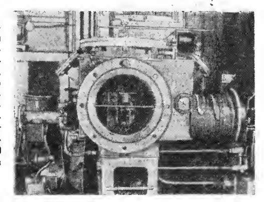
Не удивительно, что и без того высокая стоимость рения (обусловленная прежде всего его малой распространенностью в природе) возрастает из-за столь сложной технологии почти в 3 раза (по американским данным 1960 года: 1 килограмм порошка рения стоил 1 540 долларов; в виде проката — 4 410 долларов). А проводить на воздухе горячую обработку рения, чтобы упростить технологический процесс, невозможно, так как рений в этих условиях разрушается.

Эксперименты по горячей прокатке рения в вакууме показали, что в этих условиях явление красноломкости бесследно исчезает. Металл выходит с блестящей, качественной поверхностью, без единого признака разрушения. При горячей деформации рений становится значительно более пластичным, можно в 3—4 раза увеличить степень деформации за один раз и таким образом намного уменьшить общее число проходов, необходимых для получения из заготовки полуфабриката. Промежуточные отжиги металла при этом становятся ненужными. Все это приводит к упрощению технологического процесса и в конечном итоге к снижению стоимости проката из рения.

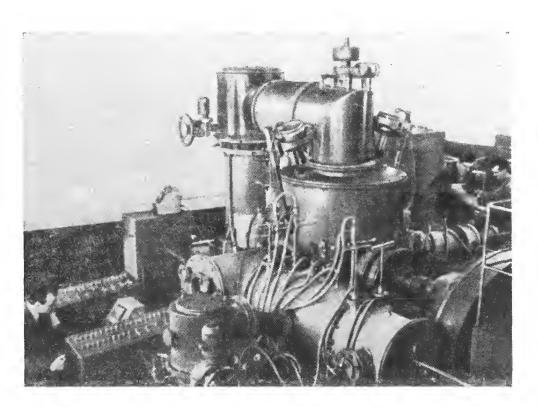
«СЭНДВИЧИ» — МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО

Новым областям техники все чаще и чаще нужны материалы, имеющие структуру сэндвичей, то есть слоистую структуру. Такие материалы называют еще комбинированными, или композиционными. Их слои (это могут быть как металлы, так и неметаллы) очень прочно соединены между собой. В технике уже давно и широко используют двухслойные металлические композиции — биметаллы. Применяют и более сложные композиции, состоящие из трех, четырех и более различных слоев.

Использование биметаллов позволяет сберечь громадное количество дорогостоящих и дефицитных металлов. Например, в химическом машиностроении многие детали различных аппаратов подвергаются разрушительному влиянию агрессивных сред. Поэтому такие детали необходимо изготав-



Вакуумный прокатный стан «Вак-фаб».



Вакуумный прокатный стан Института стали и сплавов МИСиС-210: слева — общий вид; справа — схематический разрез по линии прокатки; 1 — вакуумная камера; 2 — нагревательная печь; 3 — рабочие валки.

ливать из коррозионностойких материалов, например, из серебра, титана, никеля, нержавеющей стали.

Очевидно, что из таких материалов достаточно изготовить только тонкий слой, непосредственно соприкасающийся с агрессивной средой. В таких случаях и выгодно применять биметаллы, у которых тонкий рабочий слой — коррозионностойкий металл, а основная часть — толстый лист дешевой малоуглеродистой стали, который придает конструкции необходимую прочность. При этом экономится до 80 процентов дефицитных материалов.

Соединяя в единое целое различные металлы, удается не просто объединять их полезные свойства, а получать качественно новый материал с уникальными свойствами, которыми не обладали исходные металлы.

Но как получить такой материал? Как можно прочно соединить между собой отдельные его составляющие?

Сегодня техника знает много способов производства многослойных материалов. К ним относятся электросварка, наплавка, диффузионная сварка в вакууме, сварка трением, взрывом, ультразвуком, электронным лучом. Широко применяется и метод совместной горячей прокатки листов, позволяющий получать изделия хорошего качества.

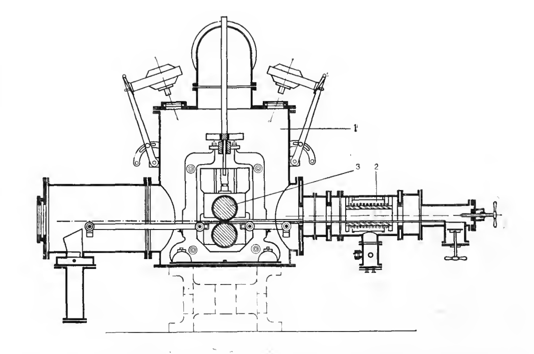
Однако традиционная горячая прокатка многослойных материалов, у которых хотя бы один из слоев является тугоплавким или редким металлом, не дает желаемых результатов. Это и понятно. Ведь главное условие прочного соединения слоев — чистота соприкасающихся поверхностей. Но о какой чистоте поверхностей может идти речь, если горячая прокатка производится на воздухе?

И тут на помощь опять приходит новый метод деформации металлов — прокатка в вакууме. Чистые, или, как говорят, ювенильные, поверхности, образующиеся при обработке в вакууме, обеспечивают создание композиций высокого качества.

Сегодня этим методом получено уже много различных биметаллов, например, титан-бронза, титан-нержавеющая сталь, титан-алюминиевый сплав, цирконий-медь, ниобий-медь, сталь-серебро и много других. Всех их отличает исключительно высокая прочность сцепления слоев. Например, если взять кусок биметалла титан-бронза и попытаться каким-либо способом оторвать друг от друга его слои, то разрушение происходит не по месту соединения, а по бронзе.

ОБОРОТНАЯ СТОРОНА МЕДАЛИ

Две пластины, прокатанные в вакууме, свариваются между собой. Сварка может происходить и между прокатываемыми металлами и деформирующим инструментом — валками. В этом случае начнется вредный процесс — налипание металла на валки. Это резко понижает стойкость валков, вызывает необходимость их частых пе-



решлифовок и перевалок и не позволяет получить изделие (или полуфабрикат) с высоким качеством поверхности. В ряде случаев налипание металла на валки достигает такой интенсивности, что прокатка в вакууме становится невозможной. Для борьбы с этим вредным явлением можно использовать различные технологические смазки. Но применение смазок при горячей прокатке в вакууме значительно усложняется, так как они либо возгоняются, что приводит к оголению поверхности заготовки и загрязнению атмосферы, либо, взаимодействуя с деформируемым металлом, ухудшают его свойства.

Кардинальное решение проблемы лежит в правильном выборе материала валков. Как показали исследования советских ученых, наивысшей стойкостью против налипания обладают валки из твердосплавных материалов (ВК-10, ВК-15). При прокатке на этих валках даже у такого склонного к налипанию металла, как вольфрам, после прокатки на стане с валками из твердых сплавов поверхность получается блестящей, качественной.

ЗАВОД НА ЛУНЕ

В условиях Земли, окруженной плотными слоями атмосферы, создающей на поверхности планеты давление около 760 мм рт. ст., разрежение достигается искусственным путем — откачкой воздуха с помощью насосов. В рабочих камерах прокатных станов в настоящее время создается вакуум 10^{-5} мм рт. ст., таким образом давление приходится уменьшать в 76 миллионов раз!

По мере удаления от поверхности Земли давление непрерывно падает. Нельзя ли использовать это обстоятельство?

В наше время, ознаменовавшееся огромными успехами в освоении космического пространства, уже не выглядит беспочвенной фантазией идея использовать для обработки металлов естественное разрежение, смонтировав все необходимое оборудование на мощной орбитальной станции.

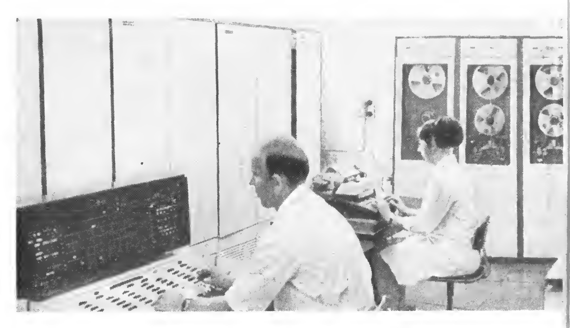
Возможен и другой, более заманчивый вариант.

Атмосфера — это вовсе не обязательный атрибут небесного тела. Например, ближайшее к нам небесное тело — Луна начисто лишена какой бы то ни было атмосферы.

Анализ образцов лунных пород показал, что такие редкие на Земле элементы, как иттрий, титан, хром, цирконий, имеются на нашем спутнике в больших количествах.

Что же еще надо? Есть космический вакуум, есть редкие элементы. Надо доставить на Луну необходимое оборудование: солнечные печи для выплавки металла, машины для проведения пластической деформации. Создавать вакуум не нужно, он и так «в избытке». Все оборудование при этом значительно упрощается. Люди будут обслуживать машины в космических скафандрах. На таких заводах будут получать полуфабрикаты из тугоплавких, редких металлов и затем на грузовых ракетопланах отправлять на Землю. Сегодня все это скорее из области фантастики. Но стремительный бег времени не раз делал реальным то, что казалось далеким, несбыточным. И не исключено, что еще до конца XX века на Луне будут построены заводы по обработке редких металлов.

А пока ученые, инженеры занимаются совершенствованием космической прокатки в земных условиях, чтобы полнее удовлетворить запросы стремительно развивающихся областей новой техники.





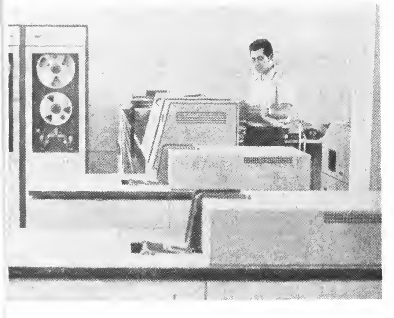
● IX ПЯТИЛЕТКА В ДЕЙСТВИИ

ПРОХОДЯТ ИСПЫТАНИЯ

Одна из важнейших тенденций в развитии автомобильной промышленности — увеличение выпуска большегрузных автомобилей. Уже в восьмой пятилетке средняя грузоподъемность одного автомобиля в парке страны возросла с 3,8 до 4,1 тонны. Даже это, казалось бы, небольшое увеличение позволило за прошедшую пятилетку дополнительно перевезти более 2 миллиардов тонн грузов, уменьшить на 160 тысяч человек число водителей и снизить необходимое количество автомобилей (для выполнения заданного объема транспортной работы) на 95 тысяч. В девятой пятилетке производство автомобилей увеличенной грузоподъемности будет вестись еще более высокими темпами. Над решением этой важной народнохозяйственной задачи трудятся и автомобилестроители Кременчугского автомобильного завода. Он стал одним из инициаторов движения за высокое качество продукции. На предприятии осуществляется контроль за качеством на всех этапах производства — от разработки новых образцов до массовой реализации продукции. Взяв на вооружение метод бездефектного изготовления, кременчугцы сдают с первого предъявления 94 процента деталей и узлов. В 1975 году в 1,5 раза увеличится ресурс кременчугского автомобиля, а пробег до первого капитального ремонта автомобилей КрАЗ всех модификаций возрастет до 150—180 тысяч километров. Общий экономический эффект от эксплуатации автомобиля с повышенным ресурсом в народном хозяйстве страны составит 200 миллионов рублей.



На снимке: опытный образец самосвала с повышенной скоростью, увеличенной грузоподъемностью и комфортабельной кабиной.



ВЦ ФИРМЫ

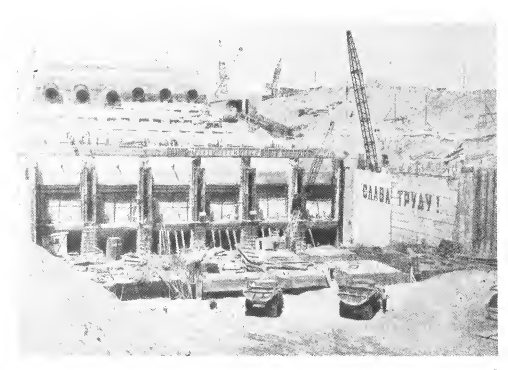
В Ленинграде, в объединении «Светлана», работает мощный вычислительный центр — один из наиболее крупных на промышленных предприятиях города. Более 300 видов документов выдает сегодня «электронный мозг» фирмы, решая задачи управления производством, финансами, сбытом продукции. Он ведет учет кадров, начисляет зарплату, решает ряд инженерных задач.

На снимке: в машинном зале вычислительного центра.

НАСТУПЛЕНИЕ НА СТЕПЬ

В девятой пятилетке в республике предстоит ввести в эксплуатацию новые орошаемые земли на площади 465 тысяч гектаров. Будут продолжены работы по развитию нового крупного района хлопководства в Каршинской степи. Пройдут годы, и ступивший на эту землю увидит шумящие под ветром сады, благоустроенные совхозные поселки, до горизонта белеющие хлопковые поля, каналы и арыки, наполненные водой. В текущем пятилетии на освоение первой очереди Каршинской степи ассигновано 630 миллионов рублей. В севооборот войдут 85 тысяч гектаров новых земель. К 1980 году Каршинская степь будет давать стране уже 400 тысяч тонн хлопка. Сейчас многотысячный коллектив «Каршинстроя» — всесоюзной ударной комсомольской стройки—заканчивает строительство первых четырех насосных станций Каршинского магистрального и Ульяновского левобережного каналов.

На снимке: строительство 4-й насосной станции на Каршинском магистральном канале.

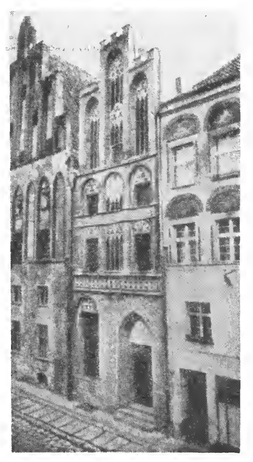


НИКОЛ
РАСКРУ



Портрет Николая Коперинка, написаииый при его жизни.

Дом Коперинна в Торуни.



Г. РОДИОНОВА, научный сотрудник Астрономического совета АН СССР, коперниковский стипендиат ЮНЕСКО.

Фото В. Калусто и из архива «Науки и жизни».

19 февраля 1973 года исполняется 500 пет со дня рождения Николая Коперника. Все человечество готовится торжественно отметить эту дату, чтобы воздать дань восхищения и благодарности великому ученому эпохи Возрождения, знаменитому сыну попьского народа. В самой Польше чествование вепикого соотечественника лройдет с особой торжественностью. В феврале 1973 года в Краковском университете, где учипся Никопай Коперник, созывается юбилейное торжественное собрание Попьской Академии наук. В Варшаве, Торуни и Кракове состоятся заседания Чрезвычайной ассамблеи Международного астрономического союза и Международного колерниковского съезда, организуемого Международным союзом истории и фипософии науки. Издатепьство Попьской Академии наук выпускает лолное собрание сочинений Никопая Коперника. Тысячи туристов лроедут ло маршруту, названному «Дорога Колерника» (через Торунь, Опьштын, Лидзбарк, Фромборк, Гданьск — города, с которыми связаны жизнь и творчество вепикого ученого).

Дом номер 17 на улице Коперника в Торуни снаружи ничем не отличается от соседних домов. Только войдя под его тихие и уютные своды, можно прочесть на каменной плите: «Здесь родился Николай Коперник 19 февраля 1473 года. Остановил Солнце, раскружил Землю, польское прославив племя».

Торунь времен Коперника была типичным средневековым городом с высокой башней ратуши на Рыночной площади, со стройными готическими костелами, богатыми купеческими домами. Центральная часть города была окружена защитной стеной, у самой городской стены текла многоводная Висла.

По условиям недавно заключенного здесь мира Торунь, так же как и земля Вармия, возвращена была Польше побежденными крестоносцами и вошла в состав Королевской Пруссии — вассального государства Великой Польши. На протяжении еще нескольких десятилетий эти земли оставались постоянным яблоком раздора между Польшей и остатками отмирающего Тевтонского ордена.

Однако не очень спокойные времена не мешали бойкой торговле.

Купеческие суда, которые шли к морю, обязаны были останавливаться в Торунь-

АЙ КОПЕРНИК,
ЖИВШИЙ ЗЕМЛЮ

ском порту и выставлять свои товары для торговли. «Торунь торгом держится»,— говорили тогда.

Одному из краковских купцов, Николаю Копернику, приглянулся этот живой, гостеприимный город, и он решил поселиться в нем. Было это в конце 50-х годов XV века. Вскоре он женился на Барбаре Ваценроде. В этой семье родилось четыре ребенка. Самого младшего назвали семейным именем Коперников — Николай. Это пришел в свет будущий ученый Николай Коперник.

Мальчик, по всей вероятности, учился в городской школе при костеле святого Яна. Ректором школы в то время был брат его матери, Лукаш Ваценроде,— человек незаурядный и сыгравший немалую роль в судьбе будущего ученого. Лукаш Ваценроде получил образование в Италии и был одним из активных деятелей польского Возрождения. Заняв весьма высокий пост епископа вармийского, он стал советником и опорой польских королей. После смерти Николая Коперника-старшего Лукаш Ваценроде взял под свою опеку овдовевшую сестру и ее детей. Осенью 1491 года отправил он братьев Николая и Андрея в польскую столицу Краков, в университет, который как раз тогда, в конце XV века, переживал пору своего пышного расцвета и славился на всю Европу. Братья проучились в Краковском университете почти четыре года, но возвратились без дипломов. В этом, надо полагать, была хитрость дяди. Пока Николай Коперник и его брат Андрей учились в Кракове, их утвердили каноникам. Об этом упоминается в документах капитулы вармийской, относящихся к 1495 году. А по закону вармийской епархии молодых каноников, не имеющих высшего образования, должно было посылать в университеты, в том числе и заграничные, и содержать за счет капитулы до получения ими диплома магистра или доктора теологии, церковного права или медицины. Если бы братья привезли дипломы из Кракова, не видеть бы им прекрасной Италии, не учиться в славных стенах Болонского, Падуанского и Феррарского университетов. А так получалось: у молодых каноников нет дипломов. Пришлось капитуле раскошелиться и послать их в Италию, да еще и дважды. Под ее «пленительным небом» провел Коперник без малого восемь лет, изучая церковное право, теологию, медицину, философию, греческий язык, литературу и искусство Древней Греции и Древнего Рима, математику (к которой относилась тогда и астрономия).

Получив медицинское образование и диплом доктора права, Николай Коперник возвратился в конце 1503 года в Вармию.

Постановлением капитулы Коперник был «прикомандирован» к епископу в качестве личного лекаря и секретаря. Он поселился с дядей в Лидзбаркском замке — резиденции вармийских епископов, сопровождал епископа во всех поездках, участвовал во всех его делах. В эти годы Николай Коперник много занимался переводами с греческого языка (в 1509 году в Кракове вышли «Письма моральные, сельские и любовные» Феофилакта Симокатты в переводе Коперника), увлекался географией и топографией (к 1510 году он составил карту рубежей королевской Пруссии и Тевтонского ордена), знакомился с проблемами монетной системы.

Епископ Лукаш Ваценроде, по всей видимости, хотел сделать племянника своим преемником. А Николай Коперник был человеком замкнутым, молчаливым, любил подолгу в одиночестве сидеть над книгами, и у него, вероятно, были другие мечты, другие планы. Его совсем не прельщал беспокойный епископский трон.

Неизвестно, что произошло в 1510 году в Лидзбаркском замке между дядей и племянником. Мы знаем только, что в это время Николай Коперник покинул своего уже больного покровителя (Лукаш Ваценроде умер через 2 года после этого), переехал во Фромборк, где находился епархиальный собор — Катедра, и приступил к исполнению своих прямых обязанностей каноника.

Здесь он прожил более тридцати лет, проводя иногда по нескольку месяцев в Ольштыне. Во Фромборке каждому канонику принадлежал домик-курия, в котором могла хозяйничать престарелая (это обстоятельство было оговорено уставом) домработница или родственница. Жениться каноникам не разрешалось. Кроме курии, канонику Николаю Копернику принадлежала одна из стенных башен, окружавших Катедру. Долгие годы эта башня служила ему и домом и местом научной работы. С тех пор ее так и называют — башня Коперника.

Вскоре после приезда во Фромборк Коперник был избран на ответственный пост канцлера капитулы, у которого хранилась вармийская печать. На него легла вся переписка капитулы, в том числе с королем польским и великим магистром Тевтонского ордена. Приходилось ему выступать и на международной арене в качестве посла Королевской Пруссии на переговорах, которые постоянно велись между Польшей и Орденом.

Венцом государственной деятельности Коперника была организация обороны Ольштына в 1520 году. Нарушив Торуньский мир, великий магистр Ордена Альбрехт Гогенцоллерн начал в январе 1520 года войну с Польшей, вероломно заняв северный вар-

Замок в Ольштыне.

мийский город Бранево. Вскоре под угрозой оказался город Ольштын, куда была перевезена казна капитулы. В трудных условиях (почти все каноники разбежались) Коперник начал готовить Ольштынский замок к обороне. В крепости был лишь небольшой польский отряд. Поэтому 16 ноября 1520 года вармийская капитула обращается к польскому королю Сигизмунду с просьбой о помощи. Недавно это письмо, написанное рукой Николая Коперника, найдено в архивах Тевтонского ордена в Геттингене. Описывая нависшую над Ольштыном угрозу, Коперник просит о помощи и заверяет короля от имени капитулы в беззаветной верности и готовности «исполнить то, что подобает людям благородным и честным, а также до конца преданным Его Величеству любой ценой, буде даже придется и головы сложить».

Башня Коперника во Фромборне.



Польские отряды подошли на помощь. Были сделаны необходимые запасы оружия и продовольствия. Но ни атаки, ни осады не последовало. Видимо, убедившись, что замок готов к серьезной обороне, Альбрехт решил не идти на Ольштын.

Тридцатые годы оказались более спокойным периодом в жизни Николая Коперника. У него было больше времени для научных исследований и наблюдений. Особенно много времени он уделял астрономии. Выписки из архивных документов вармийской капитулы, относящиеся к этому времени, пестрят пометками «Коперник наблюдает». Происходит это то в Ольштыне, то во Фромборке.

Растет и все шире по Европе распространяется слава Коперника — астронома. Молва о его новой гипотезе разошлась еще около 1515 года. Ученый мир с нетерпением и интересом ждал публикации трудов Коперника, а он, давно убедившись в вер-



Музей в Ольштынском замке. Справа на стене над входом в комнату Коперника сохранилась таблица, расчерченная им самим. Это не обычные солнечные часы, как ошибочно считали раньше, а своеобразная астрономическая номограмма для определения положения Солнца.

ности своей гипотезы и обосновав ее в шести рукописных книгах, видимо, и не собирался печатать свой труд.

В мае 1539 года, ровно за четыре года до смерти Коперника, во Фромборк — этот «самый отдаленный конец Европы» — приехал молодой профессор математики Виттенбергского университета Георг Иоахим фон Лаухен, именуемый Рэтиком. Он приехал затем, чтобы поучиться у господина Учителя «наблюдать движения тел небесных», а также затем, чтобы ознакомиться с его теорией. Это был первый и единственный ученик замкнутого, малообщительного астронома. В своих письмах и воспоминаниях Рэтик с большим уважением, иногда с восхищением и даже нежностью отзывается о «господине Учителе». Рэтик написал и тут же, в Гданьске, напечатал книгу «Повествование первое», в которой изложил главные идеи «Шести книг» Коперника, пересказав их в форме гораздо более ясной и четкой, нежели оригинал. Затем Рэтику удалось то, чего не смогли сделать друзья Коперника за многие годы: он уговорил Учителя напечатать «Шесть книг».

21 мая 1543 года великое творение «Николая Коперника — торуньского «Об обращении небесных сфер». Книг шесть» вышло из-под печатного пресса в Нюрнберге.

Через три дня после этого события великий астроном скончался. Тидеман Гизе сообщил Рэтику: «Николай Коперник... умер от излияния крови и вызванного этим паралича правого бока 24 мая, задолго перед этим утратив память и сознание. Творение свое полностью увидел только в день смерти, издавая последний вздох».

«Остановивший Солнце и приведший в движение Землю» в могилу сошел безымянным. Его похоронили под одним из алтарей епархиального собора — Катедры, как полагалось по закону, могилу не отметили даже памятной табличкой — тоже в со-



Катедра во Фромборне.

ответствии с законом. А закон был такой: епископу — надгробие, особо заслуженным каноникам капитулы, то есть тем, кто завещал в пользу церкви бо́льшие ценности,— эпитафию на каменной плите, каноникам без подобных «заслуг» плиты не полагалось. Коперник свое добро завещал племянникам. Только книги, и в их числе недавно вышедшую «Об обращении небесных сфер»,— епископской библиотеке. Этот дар епископскому совету не показался слишком щедрым. Памятной таблички над местом захоронения не поставили...

●

То, что сегодня называют коперниковским переворотом, длилось более века. Новая гелиоцентрическая система была понята и воспринята миром не сразу. Человек живет на Земле и вся панорама Вселенной открывается ему из этого «наблюдательного пункта». Горизонт — большой круг, отделяющий Землю от неба. Человек в центре. Он сам, своими глазами видит движение Солнца, Луны, звезд. Никакого движения Земли не наблюдает. Весь его жизненный опыт, все его чувства свидетельствуют о том, что Земля стоит на одном месте. И камень, брошенный вверх, падает на то же самое место, откуда был подброшен, и птицы не отстают в своем полете от Земли, и облака передвигаются над Землей в любую сторону — все это казалось не только серьезным, но и неоспоримым доказательством неподвижности Земли.

Чтобы разбить геоцентрическую систему Птолемея, нужна была новая ступень в развитии производства, торговли, географических открытий и астрономических наблюдений, нужен был тот глубокий переворот в технике, науке и культуре, который начался в XVI веке.

Коперник в своей модели поместил Солнце в центр, точнее, почти в центр всей планетной системы. Землю он низвел до ранга рядовых планет, сказал, что она обращается, как и все они, вокруг Солнца, совершая свой круг — Великий круг — за год. Кроме того, Земля вращается вокруг своей оси, делая за сутки один оборот. Луна обращается вокруг Земли.

«То, что нам представляется как движение Солнца, происходит не от его движения, а от движения Земли и ее сферы, вместе с которой мы обращаемся вокруг Солнца, как любая другая планета. Так, Земля имеет более чем одно движение. Видимые прямые и попятные движения планет происходят не в силу их движения, но движения Земли. Таким образом, одно движение Земли достаточно для объяснения столь многих видимых неравенств на небе». Коперник установил не только последовательность, но и численные значения расстояний

ВТОРАЯ ПРОФЕССИЯ ВЕЛИКОГО АСТРОНОМА

О. КОРОТЦЕВ, председатель ленинградского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

Николай Коперник, создатель гелиоцентрической системы мира, был истинным сыном эпохи Возрождения, эпохи, породившей «титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености». Филолог и медик, астроном и геометр, великий мастер в построении кинетических схем, он был человеком самых широких и прогрессивных убеждений и взглядов в самых различных вопросах современных ему наук.

Во времена Коперника служителям церкви не полагалось заниматься врачеванием. Под особым запретом была для них хирургия. Считалось, что человек, который производил операции, не может быть посвящен в церковные дела из-за недостатка «сердечной мягкости». Лишь изредка, в особых случаях священники и монахи занимались «высшей медициной» — терапией.

Коперник увлекся медициной еще в свои студенческие годы в Италии. Он слушал лекции по медицине в знаменитом Падуанском университете, где обучение велось на высшем по тем временам уровне.

В первый год обучения студенты-медики зубрили труды «трех китов» врачебного искусства: отца медицины Гиппократа, теоретика античной медицины Клавдия Галена и «Медицинский канон» Авиценны.

Затем на трех кафедрах основательно изучали практическую медицину, то есть различные болезни и способы их лечения. Кафедры возглавляли заслуженные профессора. Один из них был специалистом по лихорадкам, второй — по болезням «от головы до сердца», а третий — по недугам, проистекавшим от заболеваний органов, расположенных ниже сердца.

Лицам духовного звания



Гелиоцентрическая система. Страничка из рукописи Коперника.

всех пяти (известных в его время) планет от Солнца, принимая за единицу расстояние от Солнца до Земли.

Но великое творение великого астронома было написано так, что разобраться в нем и оценить его по-настоящему могли лишь немногие, самые выдающиеся астрономы того времени.

Внешне новая модель была во многом схожа с птолемеевской, а композиция книги и методы доказательства сильно напоминали птолемеевский «Альмагест», ибо Коперник был горячим почитателем и поклонником ее автора. У Коперника, так же как и у Птолемея, используется система эксцентров и эпициклов. Коперник считал, что планеты вращаются вокруг Солнца равномерно, по самым совершенным орбитам — круговым. А это приводило к некоторым несоответствиям с данными наблюдений.

Система Коперника просто и естественно объяснила петлеобразное движение планет, показала, почему планеты Венера и Меркурий видны с Земли лишь утром или вечером,— они находятся гораздо ближе к Солнцу и для земного наблюдателя не могут удалиться от него на большой угол.

Но к этим выводам можно было прийти только после долгого и упорного изучения новой работы. Вот почему само появление сочинения Коперника «Об обращении небесных сфер» в 1543 году научной революции еще не сделало.

Тот переворот — не только в науке, но и в самом мышлении, который произошел за следующее столетие, по праву называется коперниковским. Коперник и Кеплер дали нам правильную и довольно точную модель Солнечной системы. Ньютон дал закон всемирного тяготения, который не только объяснил механизм движения планет, но и лег в основу новых представлений о строении Вселенной. Это была новая философия нового времени. И родилась эта философия именно из коперниковского трактования Земли как рядовой, ничем не выделяющейся планеты.

было запрещено смотреть, как анатомируют трупы. Коперник пренебрегал этим запретом и с большим интересом посещал лекции и занятия по анатомии. Он понимал, что без этого нельзя стать хорошим лекарем.

За годы учебы в Падуе Коперник приобрел массу полезных медицинских знаний. Он записывал в тетрадь различные рецепты и всевозможные лечебные приемы, «влияющие на здоровье».

До нас дошли некоторые записи Коперника о способах врачевания: «Мытье рук теплой водой перед едой и холодной после еды от болей в желудке».

Или такой рецепт: «Состав спиртовой настойки от болезней живота монаха Бернарда: возьми две кварты спирту, четыре драхмы сушеных фиг, корицы, шафрану и гвоздики по пять драхм [1]. Употребляй понемногу. Если бог захочет — поможет».

Надо думать, Коперник был знаком и с более радикальными способами лечения, основанными на глубоких знаниях медицины.

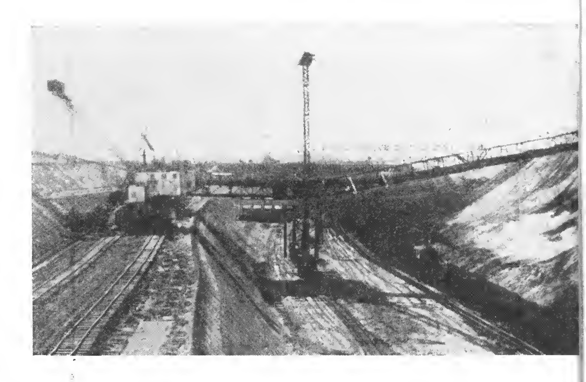
В течение шести лет Николай Коперник успешно выполнял роль лейб-медика в резиденции своего дяди епископа Вармии. Позднее, переехав на тихое балтийское побережье во Фромборк, он с увлечением занимался медициной и там. Много сил, таланта и умения вложил он в трудное искусство врачевания и заслужил у себя на родине почетное прозвище — «второй Эскулап».

[1] Драхма — старая единица аптекарского веса, равна 3,732 грамма.

В любое время дня и ночи и в любую погоду выезжал он к больным. Популярность Коперника-врача быстро росла. Каждый больной жаждал видеть «второго Эскулапа» в своем доме.

Отвары лечебных трав, составленные по рецептам старого астронома, пили высокопоставленные светские и духовные лица, и рыбаки, и крестьяне из захолустных селений, окружавших Фромборк. Одних лекарств для поправки здоровья беднякам зачастую было недостаточно, и врач оставлял в домах этих своих пациентов вместе с лекарствами серебряные монеты...

В народе надолго сохранилась память о Николае Копернике как о человеке добром и мягкосердечном.



● НАУКА НА МАРШЕ

МИНЕРАЛЬНЫЕ БОГАТ

Академик Н. МЕЛЬНИКОВ, председатель Комиссии по изучению производительных сил и природных ресурсов при Президиуме АН СССР.

Многие страны, особенно высокоразвитые, стремятся сами себя обеспечивать всеми необходимыми видами минерального сырья. Однако редко кому удается достигнуть полной независимости в этой области. США, например, завозили во время второй мировой войны 65 различных полезных ископаемых. Из 32 видов минерального сырья, имеющего оборонное значение, у них в достатке было только девять, нехватку испытывали в марганце, хроме, вольфраме, ванадии и других металлах. Полностью завозили из других стран никель, олово, тантал, платину, технические алмазы.

Почти все страны Европы обладают еще более скромной минерально-сырьевой базой. ФРГ, Англия, Франция располагают весьма ограниченными ресурсами нефти, природного газа, железных руд, алюминиевого сырья, хрома, никеля, олова, меди, асбеста...

Советский Союз выгодно отличается от других стран мира. На его территории найдены и оконтурены месторождения всех необходимых видов полезных ископаемых. СССР — единственное государство, которое может быть независимым в отношении минерально-сырьевых ресурсов даже в военное время. Советский Союз занимает первое место в мире по разведанным запасам железных и марганцевых руд, титана, никеля, свинца, молибдена. В нашем распоряжении находится более половины всех мировых запасов угля, торфа, калийных солей и треть площади осадочных отложений земного шара, которые скрывают еще многие неоткрытые месторождения природного газа и нефти. Уже сейчас у нас не менее 30—40 процентов мировых запасов природного газа.

Минеральное благополучие страны достигнуто благодаря единению 15 союзных



Добыча каменного угля на Стрижевском разрезе (Житомирсная область).

СТВА СССР

республик. Каждая богата многими полезными ископаемыми, а страна в целом обладает практически всеми видами минерального сырья.

В первые годы после создания СССР на геологической карте страны встречалось немало «белых пятен». Были такие места, по которым ни разу не проходили геологи.

За годы Советской власти отечественная геология превратилась в высокоразвитую область знания. Многие советские ученые стали основоположниками крупнейших направлений и разделов геологии: минералогии, петрографии, гидрогеологии. Геология сегодня — это система наук о вещественном составе земной коры, физических свойствах веществ, слагающих земную кору, о том, как концентрируются и размещаются химические элементы в земной коре, наконец, о ее строении.

Перечисленные разделы — это фундаментальная часть геологических наук, основа для развития прикладной геологии: методов поисковых и геологоразведочных работ, техники разведки полезных ископаемых, методов опробования руд, подсчета запасов полезных ископаемых.

Такая связь теории и практики в геологии превратила ее в точную науку. А это позволило поставить своеобразные рекорды в освоении новых месторождений за удивительно короткие сроки. Примеры тому — разведка якутских алмазов, железных руд Кустаная, норильских медно-никелевых руд, природного газа и нефти Тюменской области...

Современная геология во все больших масштабах использует достижения науки и техники, особенно электроники, приборостроения, машиностроения. Геофизические методы стали лидерами в геологических поисках и разведке. Для изучения недр применяются тончайшие исследования, используется высокоточная и чувствительная аппаратура.

Непрерывно совершенствуется геологическая съемка — основа всего геологоразведочного дела. В комплексе с ней начинают широко применяться региональные геофизические способы и аэрометоды. Для геологии уже используются наблюдения и различные виды съемок из космоса. Цель этих работ — как можно полнее изучить геологическое строение территории Советского Союза.

В настоящее время советской геологической науке предстоит решить целый ряд задач. Провести более точное картирование территории СССР, используя последние достижения науки и техники: структурное бурение, геохимические методы, позволяющие познать процессы рудообразования, что очень важно для поисковых и разведочных работ. Проблемы поиска «слепых» (не выходящих на поверхность) рудных тел удастся решить только комплексным наступлением, используя методы и достижения многих областей геологической науки. Надо более пристально изучать древние докембрийские отложения — докембрийские щиты, дающие богатый материал для понимания того, как образовались многие типы месторождений. И, конечно, особенно следует развивать геологию осадочных отложений — наиболее продуктивных толщ, в которых расположены многие месторождеиия полезных ископаемых.

Развитие горнодобывающей промышленности во всем мире происходит очень быстро: в послевоенные годы многих полезных ископаемых добыто больше, чем за всю историю человечества. Из недр сейчас извлекаются миллиарды тонн нефти, угля, сланца, руд черных и цветных металлов, асбеста, слюды, каолина, калийных солей и т. д. Если эти темпы сохранятся, то

в 2000 году объем добытого минерального сырья в мире превысит уровень 1950 года в 13,5 раза. Между тем за первую половину XX столетия он вырос в 3,4 раза.

Около четвертой части мировой горной продукции — доля СССР. В нашей стране построены тысячи горнодобывающих предприятий. Горнодобывающая промышленность быстро развивается.

Советскому Союзу удалось за короткий срок создать такую мощную горнодобывающую промышленность прежде всего благодаря развитию горной науки. Горное дело требует от человека проникновения в толщу земной коры вместе с различными механизмами, машинами, транспортом. Человек под землей встречается с неизвестными на дневной поверхности опасностями. Ему угрожают горное давление, обвалы многотонных масс, внезапные выбросы угля и газа, прорывы подземных вод. Знание законов разрушения полезных ископаемых и горных пород, знание условий для сохранения устойчивости горных выработок дают умение управлять деформацией горных пород, режимом подземных вод и фильтрацией газов, делают работу человека под землей безопасной, производительной, экономичной.

Горную геомеханику, исследующую жизнь горного массива, справедливо относят к фундаментальным наукам. От того, насколько успешно развивается она, зависит, в частности, создание безлюдных способов разработки месторождений. Шахты и рудники без людей, полностью механизированные, уже на очереди.

В горном деле раньше, чем в других отраслях промышленности, начали применять математические методы расчета с помощью электронных вычислительных машин. Определяются параметры шахт и рудников, сроки их службы, размеры шахтного поля, системы расположения главных горных выработок. Применение современной вычислительной техники дает возможность снизить капитальные затраты на строительство горных предприятий на 8—12 процентов. Это грандиозная экономия, потому что на горную промышленность приходится около 20 процентов всех капитальных вложений в промышленность всей страны.

Горная промышленность не может развиваться без мощной подземной техники. Прогресс в этой области особенно хорошо проследить на развитии механизмов для добычи угля. Отбойные молотки — угольные комбайны — и, наконец, появившиеся в начале шестидесятых годов горные комплексы, способные за сутки выдать на-гора 5 тысяч тонн угля. В скором времени можно будет увидеть новую подземную технику — крупнейшие добычные агрегаты. Их суточная производительность — 10 тысяч тонн. Это будут настоящие подземные заводы, полностью механизированные, работающие, возможно, без постоянного присутствия людей в забоях.

Очередная задача горного дела — разработать методы добычи полезных ископаемых через скважины. По ним можно поднимать на поверхность, например, природную серу, калийные соли, уран, используя процессы выщелачивания, расплавления, растворения...

Богатая природная «одаренность» месторождений СССР способствует быстрому развитию горной промышленности. На территории страны имеются горные провинции и районы, позволяющие концентрировать горные предприятия, создавать крупные промышленные узлы. За годы Советской власти были созданы такие гиганты, как Донецкий, Кузнецкий, Карагандинский угольные бассейны, Криворожский железорудный бассейн, Урал, Курская магнитная аномалия, Средневолжская нефтяная провинция...

За последние годы открыты очень крупные месторождения, которые вызвали к жизни уникальные горные предприятия. Так, нефтепромыслы на одном Ромашкинском месторождении дают 100 миллионов тонн нефти в год, рудники Соколовско-Сарбайского горного комбината — 26 миллионов тонн железной руды в год. На Экибастузском месторождении каменного угля введен в строй разрез с проектной добычей 45 миллионов тонн угля в год.

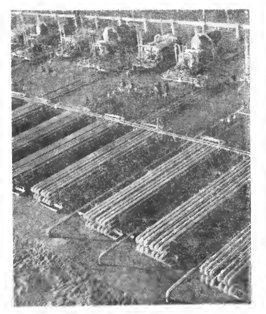
Почти вся добыча нефти и газа СССР сосредоточена на крупнейших месторождениях: крупнейшие нефтяные промыслы страны содержат половину запасов этого полезного ископаемого. 15 процентов всех медных рудников дают сейчас почти всю медь страны. Десятая часть свинцовых месторождений содержит две трети запасов и обеспечивает 60 процентов добычи этого металла.

Крупный масштаб горных предприятий позволяет достичь низкой себестоимости продукции и высокой производительности труда: стоимость единицы горной продукции в СССР значительно ниже, чем за рубежом.

Сейчас в эксплуатацию начинают вовлекаться залежи все более бедных руд и месторождения с более сложными геологическими условиями. Черная металлургия страны развивается благодаря разработке железистых кварцитов, содержание железа в которых в ряде случаев составляет всего 20—30 процентов (вместо прежних 55—58 процентов).

Перед советской горной наукой встала задача поднять рентабельность таких разработок и развить первичную переработку руд — обогащение. Расширение добычи бедных руд сопровождалось широким применением дешевых открытых разработок. И сейчас открытым способом добывается почти половина агрохимических руд, львиная доля железной и марганцевой руды, цветных металлов, все неметаллические полезные ископаемые и около 28 процентов угля.

Еще в 1932 году академик А. Е. Ферсман сказал: «Я призываю к... новым формам нашего горного хозяйства, в которых геолог должен быть геохимиком, геохимик — технологом, технолог — экономистом, а хозяйственник, опираясь на всех их вместе, тем общественником, который ставит но-





Среди песков Туркмении, у колодца Наип, на месте богатейшего газового месторождения вырос новый современный промысел. Пробурены глубокие скважины, вошел в строй первый газосборный пункт. К концу IX пятилетии намечается довести добычу газа до 15 миллиардов кубометров в год.

На снимке: первый газосборный пункт. Инженер-оператор газосборника — выпускник Ташкентского политехнического института Атадурды Аимурадов.

вое, социалистическое хозяйство на основе комбинирования». Комбинирование, иначе говоря, комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов, предполагает извлечение не одного, а сразу нескольких ценных элементов из полезного ископаемого, попутное использование горной массы, если она оказывается пригодной для других отраслей. Можно сказать, что природа сама подсказывает нам такую стратегию в отношении полезных ископаемых. Природному газу сопутствуют гелий, сера, азот, железным рудам — титан, ванадий, кобальт, углю — германий, олову — медь, свинец, цинк, индий, апатиту — нефелин, титаномагнетит и т. д.

Сопутствующие элементы во многих случаях имеют бо́льшую ценность, чем основные, иногда они даже затмевают их по стоимости. Так, например, золото, серебро, кобальт, теллур, германий дороже медной руды Гайского месторождения, в которой они находятся. Из 70 химических элементов, выпускаемых цветной металлургией, более половины получают попутно — из комплексных руд. Это, безусловно, крупное техническое достижение!

Но впереди еще более серьезные задачи. Кроме газа, из месторождений Тюменской области можно добывать ежегодно миллионы тонн конденсата — это миллионы тонн зимнего дизельного топлива плюс большое количество автомобильного бензина.

Значительные запасы серы сосредоточены в высокосернистых нефтях Башкирии, Татарии, Куйбышевской области. Пластовые воды, добываемые вместе с нефтью, представляют собой главную сырьевую базу йодо-бромного производства, они могут быть источниками получения стронция, поваренной соли.

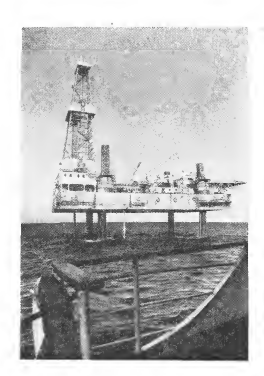
На Ковдорском железорудном комбинате должна быть построена обогатительная фабрика по попутному извлечению апатита. Ее полная мощность — 1,4 тысячи тонн апатитового концентрата в год. Чтобы получить столько апатита, пришлось бы в другом месте строить рудник с обогатительной фабрикой, что обошлось бы не менее чем в 150 миллионов рублей. Вскрышные породы карьеров Курской магнитной аномалии служат сырьем для цементных заводов и заводов по производству извести.

Невозможно даже назвать те многочисленные месторождения Советского Союза, которые подлежат комплексной разработке. Важно подчеркнуть: комплексное использование полезных ископаемых стало узловой проблемой народного хозяйства СССР.

...Геологи обнаружили месторождение полезных ископаемых. Но только в том случае, если удастся разработать эффективный способ обогащения руды, месторождение начинают эксплуатировать.

Обогащаются все руды цветных, редких и благородных металлов, почти половина добываемых железных руд, значительная часть углей, агрохимические руды и часть естественных строительных материалов. Ежегодно сотни миллионов тонн минерального сырья поступают на обогатительные фабрики Советского Союза. Вывозят с них высококачественные концентраты.

В будущем роль обогащения полезных ископаемых значительно возрастет. Мы



Новая плавучая буровая установка «Азербайджан» — это, по сути, современный, оборудованный по последнему слову техники буровой завод. Установка может работать вдали от берега и при любых погодных условиях. Она сама себя обеспечивает электроэнергией, в ее трюмах большие запасы топлива, различных материалов, необходимых при бурении, продовольствия, питьевой воды. Бурение можно начинать сразу же, как только установка прибудет в заданную точку.

Недавно установка пробурила свою первую скважину глубиной 1 800 метров. Получены ценные сведения о строении дна Каспия в районе Камень Персиянина, где обнаружена структура, благоприятная для залегания нефти и газа.

На снимке: плавучая буровая установка на испытаниях.

уже говорили о том, что в разработку все больше вовлекаются месторождения с низким содержанием полезного компонента, а промышленность с каждым годом повышает требования к чистоте продуктов обогащения. Особенно важен процесс обогащения в черной металлургии. Увеличить содержание железа в концентрате на 1 процент — это означает поднять производительность доменной печи на 2,5—3 процента. (Фактически при обогащении железных руд содержание железа повышается от 35—38 процентов в руде до 65 процентов в концентрате.)

Вершина процесса обогащения железных руд — выпуск концентратов с 70-процентным содержанием железа.

Флотация — самый современный метод обогащения. В этой области советскими учеными решены кардинальные задачи. Определено взаимодействие минералов с флотационными реагентами. Выяснено влияние кристаллической решетки минерала на его взаимодействие с водой, газами. Выявлена роль электрокинетических явлений во флотации. Созданы научные основы поиска эффективных флотационных реагентов.

Дальнейшее развитие старых и разработка новых методов обогащения тесно связаны с общим прогрессом науки и техники. На службу обогащения будут привлекаться новейшие физико-химические теории, ядерные и фотонные излучения, магнитные и электрические поля, ультразвук.

Нетрудно представить, как возрастет мощь экономики Советского Союза к концу века, если удвоение объема материального производства у нас происходит за каждые десять лет.

Хватит ли запасов минерального сырья для осуществления наших планов развития?

Известно, что энергетика — основа успешного развития народного хозяйства. Поэтому начнем с оценки топливных ресурсов. В Советском Союзе значительно увеличится добыча нефти. Будут освоены новые нефтяные районы, главным образом на севере Тюменской области и в шельфовой зоне морей.

Для увеличения добычи природного газа предполагается использовать уникальные месторождения Тюмени и Средней Азии, позже — Якутской АССР, Коми АССР и Оренбургской области. Уже сейчас проектируются газовые промыслы производительностью в несколько миллиардов кубометров газа в год, газопроводы диаметром 1,4—1,6—2,0 метра. Сегодня эти проекты кажутся грандиозными, но многие из читателей станут свидетелями их осуществления.

Основной прирост добычи угля произойдет за счет месторождений восточных районов. Крупнейшие угольные разрезы будут построены в Кузбассе, Канско-Ачинском бассейне, на Экибастузском и Майкюбеньском месторождениях.

На сланцах, по-видимому, сможет базироваться энергетика в западных районах СССР и Заволжье. На торфе с выгодой будут работать электростанции центральных и северо-западных областей РСФСР. Запасы горючих сланцев и торфа в стране также очень велики. Их разработки можно увеличивать во много раз.

Железную руду в будущем поставят месторождения Кривого Рога, Курской магнитной аномалии, Кустанайской области, Ангаро-Питского бассейна. Их возможности огромны.

Казахстан и Сибирь по-прежнему останутся главными в стране кладовыми цветных металлов. Их взнос на конец века вырастет в несколько раз по сравнению с сегодняшним.

Академия наук СССР и Комитет по науке и технике при Совете Министров СССР составили ряд научных прогнозов по использованию природных ресурсов на будущее. Эти прогнозы предсказывают, что запасы минерально-сырьевых ресурсов не ограничивают планомерное развитие экономики страны.

Беседу записал В. ДРУЯНОВ.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СОРТ

Различные сорта винограда по-разному выносят длительное хранение, даже если их держат в холодильной камере при оптимальной температуре. Химический анализ сообщает все данные об изменениях, происходящих в гроздях. Исследовались четыре самых распространенных на территории Молдавии сорта винограда. Анализы производились при закладке ягод на хранение, затем в конце декабря и, наконец, в начале марта.

И при хранении в холодильнике в каждой ягоде продолжаются процессы жизнедеятельности, хотя и идут они в несколько замедленном темпе. Постепенно становится меньше сухих веществ, снижается кислотность, меняется количество сахаров. Эти изменения в значительной степени зависят от погодных условий, в которых шло развитие винограда. Но, кроме того, зависят они и от сорта. Опыты показали, что лучше всех переносит длительное хранение сорт винограда «Шасла белая». У ягод этого сорта в меньшей степени, чем у других сортов, снижается общая кислотность и, в частности, выше, чем у остальных сортов, содержание аскорбиновой кислоты. Даже после полугодового хранения грозди сохраняют вкус, свойственный свежему винограду.

С. БОЛТЯГА, И. Д. ФРАЙМАН, Л. ЯРОЦКАЯ, Н. СОЛОВЬЕВА, В. ФРОЛОВА. Изменение химического состава ягод столового винограда при хранении. «Известия Академии наук Молдавской ССР», серия биологических и химических наук № 2, 1972 г.

ТРЕТЬЕ ИЗМЕРЕНИЕ МОСКВЫ

Сейчас 18 научно-исследовательских и проектных институтов разрабатывают генеральную схему организации и использования подземного пространства Москвы. Там собираются разместить транспортные коммуникации и сооружения, инженерное оборудование города, склады и холодильники, ломбарды, ателье, почтамты, кинотеатры, спортивные залы и бассейны, рестораны, рынки, объекты гражданской обороны. Это позволит в какой-то мере уменьшить «долг города перед человеком, его создававшим»,— предоставит людям больше солнца, зелени, воздуха.

По предложению НИИЭС Госстроя СССР под Москвой следует проложить два автомобильных тоннеля протяженностью 4—5 километров. Они свяжут север и юг, запад и восток столицы. Намечается четыре подземные автобазы для легковых и грузовых автомобилей общей емкостью до 10 тысяч машин. Под площадями крупнейших железнодорожных вокзалов удобно разместить автобусные станции. Предполагают построить их и у станций метро «Юго-Западная», «Кунцевская», «Речной вокзал», «Ждановская» и ряда других.

На некоторых кольцевых и конечных станциях метро разместятся магазины, кафе, рестораны, кинотеатры... Особое внимание следует уделить системе утренних заказов на продукты, которые покупатель регулярно приобретает (масло, соль, сахар, молоко, хлеб и т. д.). Эти продукты в расфасованном виде должны отпускаться пассажирам метро, возвращающимся домой.

Расчеты показывают, что размещение в «третьем измерении» Москвы транспортных сооружений сэкономит городу 4,5 тысячи гектаров земли, инженерных сооружений и складов — 1,6 тысячи гектаров, зрелищных и торговых предприятий — 1,1 тысячи гектаров.

По трубам сейчас транспортируется горячая и холодная вода, сточные и ливневые воды, газ, сжатый воздух. Имеет смысл отправлять по трубам и бензин, различные масла, почту, продукты и мусор.

Дополнительные капитальные вложения при подземном строительстве объектов в Москве составляют 4 103 миллиона рублей. Они окупятся за 7 лет.

А. СЕГЕДИНОВ. Объекты городского хозяйства в подземном пространстве. «Городское хозяйство Москвы» № 7, 1972 г.

КЛАДОВАЯ СОЛНЦА

Есть такие географические районы, где выгоднее всего непосредственно использовать световую энергию солнечных лучей. Производительность солнечных установок часто зависит не только от количества солнечных дней в году, но и от иных климатических условий. Так, например, типовая солнечная энергетическая установка типа СЭУ-67 с воздушным охлаждением не любит жаркой и безветренной погоды. Произведен расчет среднемесячной и среднегодовой выработки электроэнергии на этой установке для одиннадцати пунктов на территории Туркмении. За год установка вырабатывает около 23 000 киловатт-часов. Максимальная производительность, конеч-

но, приходится на летние месяцы. Но очень важно, что разница в выработке электроэнергии между зимними и летними месяцами много меньше, чем разница между интенсивностью солнечной радиации в это время. Дело в том, что хотя зимой солнце меньше светит, оно еще и меньше греет, а сравнительно низкая температура воздуха — это оптимальный режим для фотоэлектрических преобразователей.

Самое широкое применение СЭУ найдут на пастбищах, для подъема воды с глубины 10—30 метров. Для этих целей подойдут солнечные энергетические установки с небольшой мощностью — около 300 ватт.

Б. ТАРНИЖЕВСКИЙ, Б. РОДИЧЕВ, С. ХАНДОВЛЕТОВ. Методика и результаты определения производительности солнечных фотоэлектрических установок по материалам метеорологических наблюдений. «Гелиотехника» [АН Узбекской ССР] № 2, 1972 г.

ПОЧЕМУ ПЕРЕСЕЛЯЮТСЯ ЖИВОТНЫЕ?

Животный мир Киргизии очень многообразен. Здесь встречаются как широко распространенные виды, так и виды европейско-сибирского происхождения, выходцы из Центральной, Передней и Средней Азии, из Индии и т. д. Горы Тянь-Шаня со своим разнообразным ландшафтом служат как бы мостом между Алтаем и Тибетом, позволяющим широко расселяться целому ряду животных. Однако между фауной Восточного и Западного Тянь-Шаня есть заметное различие, которое было подмечено еще Н. А. Северцовым, им же установлена граница между этими частями гор.

Теперь обнаружено, что многие животные западных районов Тянь-Шаня переходят эту границу (проходят по Таласскому хребту и северным склонам Ферганского хребта) и распространяются на значительном расстоянии в глубь восточной части этой горной системы. Среди переселенцев — серый геккон, белокрылый дятел, майна, рыжешейная синица, длиннохвостый сорокопут, желтогрудая лазоревка, малый подковонос, красный сурок, туркестанская крыса, арчевая полевка. Еще в 1958 году на территории Киргизии майна не водилась. В 1960 году она появилась в садах приферганских районов, а к 1971 году заселила все приферганские районы и по северным склонам Киргизского хребта продвинулась до Боомского ущелья (100 км восточнее г. Фрунзе).

Зато восточные формы фауны отступают. Например, быстро исчезает из районов своего прежнего обитания тетерев (даже из заказников, где охрана животных ведется строго).

В чем причины продвижения пустынно-степных форм фауны в Центральный Тянь-Шань и отступления сибирских животных? В климате за последние десятилетия существенных изменений не произошло. И все же природные условия изменились. Это вызвано хозяйственной деятельностью человека. В горах стало меньше лесов, влажность лесных почв понизилась: испарение влаги идет быстрее, чем ее накопление. Возрастающее опустынивание способствует процветанию реликтовой пустынной фауны в Иссык-Кульской котловине, продвижению животных по безлесным долинам рек и голым предгорьям с запада на восток. Северные же виды фауны отступают.

Таким образом, в Восточном Тянь-Шане происходит явный процесс замены одного типа фауны другим.

Е. ДЖУРАБАЕВА, А. ЯНУШЕВИЧ. Передвижение наземных позвоночных животных в Тянь-Шане. «Известия Академии наук Киргизской ССР» № 1, 1972 г.

СОЛЕЛЮБИВАЯ ТРАВА

Высокопродуктивные пастбища можно создавать даже на солончаках, известных крайней скудостью растительности, — к такому выводу пришли сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института каракулеводства. Они предложили высаживать на солончаковых почвах полынь солелюбивую, которую животноводы называют эрман-шувах. Это—весьма солеустойчивое растение. Оно способно расти и развиваться на земле, содержащей до 2,8 процента солей, и давать при этом значительный урожай кормовой массы—7,2 центнера с гектара. Это более чем вдвое превышает урожай полыни развесистой на незасоленных почвах.

Опытные посевы и исследования показали, что улучшенные эрман-шувахом выпасы на третий-четвертый год позволяют содержать в осенне-зимний период в 3—5 раз больше овец, чем неулучшенные природные солончаковые пастбища.

Н. САЛЬМАНОВ. Повышение продуктивности солончаковых пастбищ эрман-шувахом. «Проблемы освоения пустынь» № 3, 1972 г.



ВЗРЫВ ПРОКЛАДЫВАЕТ КАНАЛЫ

Кандидат технических наук **И. ПОТАПОВ.**

Область применения взрывных работ обширна. Это и горное дело и строительство, водное хозяйство и различные отрасли промышленности. Нашел применение взрыв и в мелиорации.

Сейчас каналы пока строят медленно. Отряду из двадцати человек, оснащенному пятнадцатью землеройными машинами, в летнее время необходим в среднем месяц, чтобы выкопать трехкилометровый канал; в осеннюю слякоть и весеннюю распутицу техника бессильна. Зимой, когда грунт промерзает, такой же отряд за месяц продвигается всего на 500 метров.

Ускорить дело могут взрывные работы. Правда, еще несколько лет назад их применение сдерживалось высокой стоимостью взрывчатых веществ (более половины стоимости всего комплекса работ). Сейчас у нас начали производить дешевые взрывчатые вещества. Появились и крупные каналы, проложенные с помощью взрыва.

При строительстве отводящего канала первой очереди Кую-Мазарского водохранилища в Бухарской области было одновременно взорвано около 1 500 тонн взрывчатого вещества, выбросившего около 300 тысяч кубометров грунта, что составило примерно 86 процентов выброса проектного профиля.

Существующие способы взрывных работ, применяемые сейчас при строительстве открытых каналов или других гидротехнических сооружений в мягких грунтах, имеют ряд существенных недостатков.

Технология работ сейчас примерно такова. Нужно на определенном расстоянии выкопать шурфы. В них закладываются заряды, которые взрывают сериями, до сотни зарядов в каждой.

После окончания взрывных работ канал еще не готов: пока это лишь цепочка воронок, с высокими перемычками между ними. Для удаления перемычек, выравнивания стенок и дна все равно приходится использовать землеройную технику.

В Центральной лаборатории мелиоративных гидровзрывных исследований Северного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации под руководством кандидата технических наук Д. М. Кушнарева была разработана новая, поточная технология строительства оросительных и осушительных каналов с помощью взрывов непрерывных горизонтальных цилиндрических и щелевых зарядов (авторские свидетельства № 94998 и № 98800).

Новый метод строительства осушительных каналов в грунтах отличается от существующих взрывным способом тем, что вместо одновременного взрыва серии разобщенных вертикальных цилиндрических зарядов взрывается один длинный горизонтальный заряд.

Для этого эластичный и прочный полиэтиленовый шланг заполняется рассыпным взрывчатым веществом. Шланг присоединяют к нижней части ножа кротодренажного устройства, навешенного на трактор. При движении трактора нож «вспарывает» землю, а за ним длинной змеей уходит в грунт заряженный шланг. Когда кончается первое звено шланга, к его хвосту присоединяют следующий отрезок и так далее до тех пор, пока не будет заложен заряд необходимой длины. Затем трактор возвращается и гусеницей заглаживает щель.

В соответствии с технологическими требованиями Институт пластических масс изготовляет специальные шланги диаметром 60, 70 и 80 миллиметров с толщиной стенок 1,2—1,5 миллиметра.

Отдельное звено запатронированного шланга может быть длиной 150 метров. Короткие куски можно зарядить вручную со специальной эстакады или с косогора, имеющего уклон 45—50°. Четыре человека за

ТЕХНИКА — СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ





В летнее время взрывчатое вещество засыпается в специальные полиэтиленовые шланги, которые с помощью нротодренажного устройства, навешенного на трантор, занладываются в почву (слева). Когда грунт промерз, шланги вообще не нужны, и взрывчатое вещество засыпается прямо в прорезаемый щелерезной машиной канал (справа).

смену в состоянии вручиую заполнить до 300 метров шланга диаметром 70 миллиметров. Разработана и специальная машина ПЗК-150, которая может зарядить в шланг до 1 500 килограммов взрывчатых веществ за 1 час. Опыты показали, что расход взрывчатых веществ при использованни непрерывных горизонтальных цилиидрических зарядов значительно ниже, чем при существующем методе.

На основании анализа замеров каналов, выполнениых взрывом, были получены экспериментальные кривые зависимости основных параметров канала от веса зарядов. Зная глубину закладывания заряда и его вес, по этим кривым можно легко определить размер выемки после взрыва. Так, если в суглинистой почве проложен шланг диаметром 80 миллиметров (вес 1 погонного метра заряда — 5,8 килограмма) на глубине 0,7 метра, то после взрыва образуется канал глубиной около 2 метров и шириной 7,5 метра.

Сравненне различных способов строительства каналов показывает, что стоимость выработки кубометра грунта описаиным методом значительио ниже.

Горизонтальный взрыв оказался очень эффективным и в зимних условиях. Этим способом был построен канал в 1968 году в пойме реки Дубны.

В зимнее время технология взрывных работ еще проще, так как шланги вообще не нужны. Щелерезная зарядная машина в мерзлом грунте прорезает узкую щель, и в нее автоматически засыпается взрывчатое вещество.

Так был построен зимой канал глубиной около 2 метров и шириной около 5 метров на земельном массиве совхоза «Путь Ильича», что в Подольском районе, Московской области. Профиль канала после взрыва заряда порошкообразного аммонита на глубине 0,6—0,7 метра удовлетворял всем техиическим показателям.

Энергию взрыва можно использовать и для укрепления стенок и дна каналов. Дело в том, что после прокладки канала дно и откосы рыхлые и плохо держат воду. Приходится их покрывать бетоном, асфальтом, различными глинами и другими материалами. Это сложно и дорого. Правда, можно канал заполнить мутной водой, чтобы частички ила, оседая, забили трещинки и поры земли. Но это процесс длительный.

В обычной речной воде всегда присутствуют взвешениые частицы, и здесь на помощь может прийти взрыв.

При этом давление «вобьет» частички мути в стенки канала. Они превратятся в монолит.

Готовый канал.



НОВОЕ В РАДИОАКТИВНОСТИ

Член-корреспондент АН СССР В. ГОЛЬДАНСКИЙ.

В 1971 году человечество отметило две знаменательные юбилейные даты: 75 лет со дня открытия радиоактивности, принадлежащего Анри Беккерелю, и 100 лет со дня рождения великого английского ученого Эрнеста Резерфорда, который вслед за Беккерелем, Марией и Пьером Кюри стоит в ряду пионеров великого переворота в естествознании, происшедшего на рубеже XIX и XX столетий.

О том, какое громадное место занимает в науке нашего времени радиоактивность, можно судить хотя бы по тому, что с ее исследованием и применением связаны — в той или иной мере — по крайней мере семь Нобелевских премий по физике и восемь — по химии. Хотя сейчас о радиоактивности чаще приходится слышать в связи с ее использованием в разных областях науки и техники, изучение самой радиоактивности тоже не стоит на месте — в этой области в последние годы имеется много новостей, да и в будущем можно ожидать важных и интересных открытий.

ЧТО СЧИТАТЬ И ЧТО НЕ СЧИТАТЬ РАДИОАКТИВНОСТЬЮ!

Открытие Резерфорда — альфа, бета- и гамма-лучи. Гамма-излучение не меняет состава ядра и поэтому не подпадает под определение радиоактивности. Двустадийность — основное понятие боровской теории ядерных реакций. Компаунд-ядра и критерий времени в определении радиоактивности.

Целесообразно начать с определения. Будем называть радиоактивностью самопроизвольные превращения изотопов химических элементов, обусловленные распадом их атомных ядер.

Скажем, если ядро испускает протон, то и масса и заряд ядра уменьшатся на единицу — элемент сместится на одну клетку влево в таблице Менделеева. Испускание нейтрона не влечет такого смещения (вот почему при определении радиоактивности нужно сказать о превращениях именно изотопов, а не обязательно элементов!). При

НОБЕЛЕВСКИЕ ПРЕМИИ ЗА РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИССЛЕДОВАНИЕМ ИЛИ ПРИМЕНЕНИЕМ РАДИОАКТИВНОСТИ

ПРЕМИИ ПО ФИЗИКЕ

1903 — Анри Беккерель — за открытие спонтанной радиоактивности, Пьер и Мария Кюри — за исследования явления радиоактивности, открытого А. Беккерелем.

1927 — Чарльз Вильсон — за создание метода визуализации треков заряженных частиц путем конденсации паров.

1935 — Джемс Чадвик — за открытие нейтрона.

1938 — Энрико Ферми — за демонстрацию существования новых радиоактивных элементов, образуемых нейтронным облучением, и за открытие ядерных реакций под действием медленных нейтронов.

1958 — Павел Черенков, Игорь Тамм, Илья Франк — за открытие и истолкование эффекта Черенкова.

1961 — Рудольф Мессбауэр — за исследования резонансного поглощения гамма-излучения и открытие носящего его имя эффекта.

1963 — Мария Гепперт-Майер и Фриц Иенсен — за их открытия в области ядерной оболочечной структуры.

ПРЕМИИ ПО ХИМИИ

1908 — Эрнест Резерфорд — за его исследования превращений элементов и химии радиоактивных веществ.

1911 — Мария Кюри — за открытие радия и полония, выделение радия и изучение его свойств и его соединений.

1922 — Фредерик Содди — за его вклад в химию радиоактивных веществ и исследования происхождения и природы изотопов.

1935 — Фредерик и Ирен Жолио-Кюри — за синтез новых (искусственно) радиоактивных элементов.

1944 — Георг де Хевеши — за работы с использованием изотопов как меченых атомов при изучении химических процессов.

1945 — Отто Хан — за открытие деления тяжелых ядер.

1951 — Эдвин Макмиллан и Гленн Сиборг — за открытия в области химии трансурановых элементов.

1960 — Уиллард Либби — за метод использования углерода-14 для определения возраста в археологии, геологии, геофизике и других областях науки.

вылете из ядра альфа-частицы, состоящей из двух протонов и двух нейтронов, массовое число уменьшается на четыре, а заряд на два. Есть среди радиоактивных превращений и такие, которые сопровождаются лишь изменением заряда: например, нейтрон может превратиться в протон, испустив электрон и антинейтрино.

В последних двух примерах нетрудно узнать «старейшие» (по дате их обнаружения) виды радиоактивности. В 1898 году Эрнест Резерфорд доказал, что радиоактивное излучение урана неоднородно по составу, и выделил в нем альфа- и бета-лучи, представляющие собой, как мы знаем сегодня, потоки альфа-частиц и электронов.

Известен и третий вид радиоактивного излучения — гамма-лучи. Однако сам по себе процесс гамма-излучения вряд ли имеет смысл считать видом радиоактивности — ведь испускание гамма-лучей влечет за собой изменение лишь энергетического состояния ядра, но не его состава.

Скажем попутно еще об одном ограничении, которое необходимо иметь в виду при описании типов радиоактивности. Ради ясности начнем с примера.

Возьмем два тяжелых изотопа водорода — дейтерий и тритий. Взаимодействуя друг с другом, ядра дейтерия и трития могут превратиться в альфа-частицу. Такое превращение происходит в два этапа: сначала ядра дейтерия и трития сливаются в ядро изотопа гелия с массовым числом 5, а затем образовавшееся ядро распадается на альфа-частицу и нейтрон.

Двустадийность превращений является основой теории ядерных реакций, предложенной в 30-е годы Нильсом Бором. Продукт слияния первичных ядер, распад которого образует в дальнейшем конечные продукты реакции, называется промежуточным, или компаунд-ядром. В нашем примере роль компаунд-ядра играет гелий-5. Можно ли назвать это возбужденное, весьма неустойчивое ядро радиоактивным? Нет, и вот почему. Набор различных вариантов, по которым могут распадаться компаунд-ядра при достаточно больших энергиях их возбуждения, чрезвычайно многообразен. И если причислить все подобные процессы к радиоактивности, потеряет всякий смысл классификация радиоактивных распадов по виду испускаемых при распаде частиц.

По какому же признаку удобнее исключить из рассмотрения компаунд-ядра? Оказывается, что живут они очень недолго. Так, например, время жизни ядра гелия-5, которое встретилось нам в предыдущем примере, составляет около 10^{-21} секунды. Чтобы не иметь дела с компаунд-ядрами, к радиоактивным изотопам причисляют лишь те, время жизни которых — от образования до распада — превышает 10^{-12} секунды.

Итак, радиоактивным распадом ядра является самопроизвольное изменение его состава, отделенное от момента образования этого ядра временем, существенно превышающим продолжительность жизни компаунд-ядра при ядерных реакциях.

ПОДРОБНОСТИ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

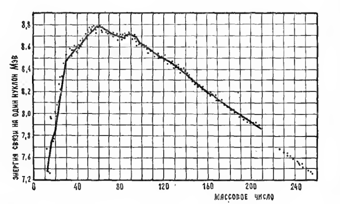
ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ НУКЛОНА

Если подсчитать число нуклонов (такое совместное обозначение применяется для протонов и нейтронов), входящих в состав какого-либо атомного ядра, а затем сложить их массы, то окажется, что сумма несколько превосходит массу ядра.

Куда же делся остаток? Он превратился в энергию согласно известной формуле $E = mc^2$. В ядре нуклоны связаны ядерными силами; энергия связи выделилась при слиянии нуклонов в ядро.

Разделив энергию связи на число нуклонов, мы получим среднюю энергию связи — свою для ядра каждого элемента. Средняя энергия характеризует прочность ядра.

Диаграмма показывает зависимость прочности ядер от их массового числа. Легко убедиться, что самыми прочными являются ядра, соответствующие середине периодической системы, расположенной в районе железа. Более легким яд-



ВИДЫ РАДИОАКТИВНОСТИ

Три варианта бета-распада. Флеров и Петржак обнаруживают спонтанное деление ядер. Поиски новых элементов продолжаются. Аномально быстрое спонтанное деление ядер-изомеров ждет количественного объяснения.

Приняв строгое определение, мы можем теперь перечислить основные виды радиоактивности. Прежде всего это альфа-распад, известный еще с первых лет изучения радиоактивности. Далее надо назвать бета-распад, точнее, три его разновидности, отвечающие разным вариантам взаимного превращения протонов и нейтронов внутри ядра:

либо нейтрон распадается на протон, электрон и антинейтрино;

либо протон распадается на нейтрон, позитрон и нейтрино;

либо протон захватывает электрон из электронной оболочки и превращается в нейтрон, испуская нейтрино.

Первый из перечисленных вариантов именуется бета-минус-распадом (подобно испусканию альфа-частиц он был известен еще Резерфорду, как уже говорилось выше), второй — бета-плюс-распадом (его открыли Ирен и Фредерик Жолио-Кюри в 1934 году), третий — электронным захватом (его обнаружил Луис Альварец в 1938 году).

В 1940 году Г. Н. Флеров и К. А. Петржак открыли третий основной вид радиоактивности — спонтанное деление ядер. Этот вид радиоактивного распада привлекает к себе в последнее время самое пристальное внимание, особенно по той причине, что он накладывает важные ограничения на возможность существования заурановых элементов.

Если сравнить времена жизни изотопов тяжелых элементов — например, от тория до курчатовия, то окажется, что с относительно небольшим ростом заряда — от 90 до 104 — скорость спонтанного деления возрастает в 10^{28} раз. Простая экстраполяция такой зависимости к более тяжелым элементам не оставляла бы ни малейшей надежды на их существование. Однако различные теоретические расчеты, проведенные по так называемой о б о л о ч е ч н о й* теории ядра, приводят к выводам, что прочность тяжелого ядра может значительно повыситься, если число протонов приблизится к 114 или 126, а число нейтронов — к 184. Заряд ядра $Z=114$ отвечает элементу, подобному по своим химическим свойствам свинцу (в гипотетических описаниях его так и называют «эка-свинцом»), заряд $Z=126$ — весьма своеобразному по химическим свойствам элементу, не имеющему аналога среди ныне известных (в атомах этого элемента будет происходить заполнение четвертой снаружи электронной оболочки, содержащей 18 вакансий и пустующей у всех элементов менделеевской таблицы).

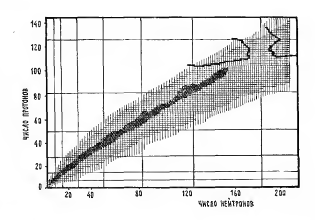
* Пояснения терминов, набранных в разрядку, см. на стр. 26—34 внизу.

рам энергетически выгодно сливаться воедино, более тяжелым — делиться или, скажем, испускать альфа-частицы, устремляясь таким путем к области наибольшей стабильности. Однако фактическая скорость таких выгодных процессов зачастую неизмеримо мала. Ведь для того, чтобы вылететь из ядра, положительно заряженной частице требуется преодолеть кулоновский барьер. В результате, хотя вблизи вершины кривой расположено всего несколько изотопов, известно более трехсот стабильных изотопов, не проявляющих ни малейших признаков радиоактивного распада.

УСТОЙЧИВОСТЬ АТОМНЫХ ЯДЕР

Каждая точка на диаграмме справа соответствует атомному ядру с определенным числом входящих в него протонов и нейтронов. Жирная полоса отвечает известным изотопам, встречающимся в природе или полученным искусственно. Скрещения линий выше и ниже темной полосы и справа от нее означают нестабильные ядра.

Как видно, наибольшая устойчивость для легких ядер достигается тогда, когда они состоят из одинакового числа протонов и нейтронов. Для более тяжелых ядер максимальная устойчивость достигается небольшим избытком нейтронов —



Во многих лабораториях мира сейчас пытаются синтезировать искусственно или найти в природе долгоживущие — альфа-радиоактивные или спонтанно делящиеся — изотопы элементов, расположенных далеко за нынешними рамками периодической системы Менделеева.

Другой причиной повышенного интереса к спонтанному делению явилось открытие советских физиков, сделанное свыше десяти лет тому назад.

В 1961 году в Дубне Г. Н. Флеров и С. М. Поликанов с сотрудниками наблюдали новый вид спонтанного деления—спонтанный распад ядер, находящихся в возбужденном (изомерном) состоянии.

Как правило, ядра переходят из возбужденного в обычное состояние, испуская гамма-квант. Дубненские физики столкнулись с любопытным исключением из правила: оказалось, что возбужденное ядро америция-242 вместо того, чтобы испустить гамма-квант и перейти в основное состояние, делится, причем время его спонтанного деления составляет всего 14 микросекунд, что примерно в 10^{23} раз превышает скорость его деления в основном состоянии.

За последние годы открыто около 30 делящихся изомеров среди изотопов урана, плутония, америция и кюрия. Но все еще нет ответа на вопрос: почему так резко убыстряется спонтанное деление ядер-изомеров при отсутствии других наблюдаемых путей их дезактивации?

Четвертым и пятым типом радиоактивного распада являются протонная и двупротонная радиоактивность.

ПРОТОННАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ

Марсден исследует Н-частицы. Резерфорд открывает первую ядерную реакцию. Залог протонной радиоактивности — дефицит нейтронов. Джелепов анализирует вероятность наблюдения протонно-радиоактивных ядер.

Начало истории протонной радиоактивности относится к тем временам, когда еще даже не существовало самого термина «протон», а ядра водорода именовались Н-частицами.

В 1914 году Эрнест Марсден в лаборатории Резерфорда в Кембридже начал исследовать взаимодействие между альфа-частицами и водородом.

Ударяя атом водорода «в лоб», альфа-частица передавала ему почти две трети своей энергии. Пробег Н-частиц, получивших эту энергию, оказывался гораздо больше, чем пробег бомбардирующих альфа-частиц.

Вскоре Марсден обнаружил, что длиннопробежные Н-частицы наблюдаются и тогда, когда альфа-источник заключен в стеклянную или кварцевую ампулу, наполненную не водородом, а другим газом.

Быть может, Н-частицы испускаются самим радиоактивным источником?

После войны к дальнейшим опытам приступил сам Резерфорд. В 1919 году он показал, что ядра водорода непосредственно источником альфа-частиц не излучаются, а выбиваются из легких ядер газа, заполняющего ампулу,— скажем, азота.

сказывается кулоновское отталкивание положительно заряженных протонов.

Недостаток нейтронов в легких ядрах приводит к бета-плюс-распаду, электронному захвату, протонной и двупротонной радиоактивности (первая характерна для ядер с нечетными зарядами, вторая — для ядер с четными). Для нейтронодефицитных ядер с зарядом, большим 70, более существенным становится альфа-распад. В области наиболее тяжелых ядер с альфа-распадом начинает конкурировать спонтанное деление, скорость которого при данном числе нейтронов чрезвычайно быстро возрастает с увеличением числа протонов. Как видно из диаграммы, граница, обусловленная спонтанным делением (жирная линия), прорезана узким перешейком — здесь оболочечная теория ядра допускает существование относительно стабильных сверхтяжелых ядер — например, с числом нейтронов, равным 184, и числом протонов, равным 114 или 126.

Что касается нейтроноизбыточных изотопов, то для них преобладает бета-минус-распад, а границы существования определяются постепенным уменьшением — вплоть до нуля — энергии связи нейтрона при возрастании числа нейтронов для данного числа протонов.

Учет всех возможных вариантов ядерной нестабильности при использовании различных формул для масс атомных ядер и для скорости радиоактивного распада (в том числе и скорости спонтанного деления) позволяет очертить границы изображенной на диаграмме области существования (в радиоактивных масштабах времени, то есть не менее 10^{-12} секунд) ядер. Очевидно, что в настоящее время мы знаем лишь около одной трети (!) всех возможных изотопов — уже одно это обстоятельство делает вполне законным интерес к продвижению в область сильного дефицита и избытка числа нейтронов, к тщательному изучению свойств ядер, расположенных вдали от области стабильных изотопов.

ЗАПАЗДЫВАЮЩИЕ НЕЙТРОНЫ. ИЗОТОПИЧЕСКАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ ЯДЕРНЫХ СИЛ

Известны такие радиоактивные процессы, как испускание ядрами так называемых запаздывающих альфа-частиц, протонов и нейтронов. Однако все эти процес-

Ясно, что, теряя протон и приобретая альфа-частицу, ядро азота превращалось в ядро другого элемента — кислорода. Таким образом, поиски радиоактивного распада с испусканием Н-частиц уже на самом раннем этапе увенчались замечательным успехом — открытием первой ядерной реакции.

Поиски же протонной радиоактивности прервались на многие десятилетия. Лишь в 1951 году советский ученый Б. С. Джелепов проанализировал вопрос о том, сколь вероятным является обнаружение протонного распада легких ядер, и пришел к довольно неутешительным выводам.

К этому времени (после открытия нейтрона и общеизвестных успехов ядерной физики 30-х — 40-х годов) было уже совершенно ясно, что неустойчивость к протонному распаду, а возможно, и протонная радиоактивность должны появиться у так называемых нейтронодефицитных изотопов, ядра которых содержат заметно меньшее число нейтронов, чем стабильные ядра.

Чтобы понять естественность такого предсказания, достаточно обратиться к рисунку на стр. 27. Как видно из него, в ядрах устойчивых изотопов легких элементов содержится примерно одинаковое число протонов и нейтронов. Для ядер более тяжелых элементов стабильность по отношению к радиоактивному распаду достигается при некотором недостатке протонов — сказывается их кулоновское отталкивание, которое приходится компенсировать добавкой нейтронов.

Нейтронодефицитные ядра переполнены протонами. Достичь той пропорции между числом протонов и нейтронов, которая обеспечит ядру устойчивость, можно двумя способами. Во-первых, испустить протон — при достаточно большом времени жизни ядра это и будет протонная радиоактивность. Но возможен и другой путь: протон превращается в нейтрон, испуская позитрон и нейтрино (это уже знакомый нам бета-плюс-распад).

Почему же первый из этих процессов — испускание протонов — казался столь невероятным?

Представляется очевидным, что для извлечения протона из ядра нужно затратить энергию (в таком случае говорят, что энергия связи протона положительна). Взяв для примера устойчивое ядро, мы убеждаемся, что так оно и есть. Недостаток нейтронов, как мы уже знаем, сказывается на устойчивости ядра,— энергия связи протона при этом уменьшается. При сильном дефиците нейтронов энергия связи становится даже отрицательной,— ядро склонно к испусканию протонов. С уменьшением на единицу числа нейтронов энергия связи протона скачком падает на многие сотни и даже тысячи килоэлектронвольт.

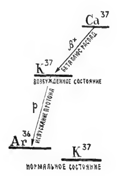
Казалось бы, все это облегчает испускание протонов. Однако время испускания протона должно быть меньше 10—100 секунд, иначе резко преобладающим окажется бета-плюс-распад. Вместе с тем это время, по определению радиоактивности, должно превышать 10^{-12} секунды. Время протонного распада тем больше, чем меньшей энергией обладают вылетающие протоны. И вот оказывается, что интервал времени распада от 100 секунд до 10^{-12} секунд

сы не являются элементарными актами радиоактивного распада· происходят они в два приема, и наблюдаемая их длительность связана с малой скоростью первого этапа — бета-распада, а не с задержкой последующей эмиссии самих альфа-частиц или нуклонов, происходящей столь же быстро, как и распад компаунд-ядер.

Среди подобных двухступенчатых процессов наиболее широко в последние годы исследовалось открытое в 1962 году в Дубне В. А. Карнауховым с сотрудниками испускание запаздывающих протонов.

Возьмем для примера распад, в ходе которого ядро кальция-37 превращается в ядро аргона-36 с испусканием протона. Испусканию протона предшествует бета-плюс-распад: выбрасывая позитрон и нейтрино, ядро кальция-37 превращается в ядро калия-37, находящееся в момент возникновения в возбужденном состоянии, а уже оно испускает протон, превращаясь в ядро аргона-36.

В нашей работе было предсказано, что при бета-плюс-распаде многих излучателей запаздывающих протонов с наибольшей вероятностью должно образовываться такое возбужденное состояние дочернего ядра, которое характеризуется в точности тем же ядерным взаимодействием между нейтронами и протонами, что и в исходном, материнском ядре.



Действительно, опыты показали, что, например, при распаде кальция-37 ядро калия-37 образуется преимущественно в том же (как говорят, в аналоговом) состоянии, что и исходное ядро, несмотря на то, что в исходном ядре имеется 20 протонов и 17 нейтронов, а в ядре калия-37 — 19 протонов и 18 нейтронов. Благодаря этому удается с высокой степенью точности проверить важное положение о независимости ядерных сил от электрического заряда — так называемое свой-

кунды отвечает увеличению энергии протона на сравнительно небольшие величины — 40 килоэлектрон-вольт для ядер натрия, 250 килоэлектрон-вольт для ядер скандия и т. п.

Итак, перебирая один за другим нейтронодефицитные изотопы, мы передвигаемся по шкале энергии связи чрезвычайно большими шагами — в сотни и тысячи килоэлектрон-вольт. А интервал энергий, в который должна попасть отрицательная энергия связи протона для успешного наблюдения протонной радиоактивности, весьма узок — он измеряется десятками килоэлектрон-вольт. Попасть в него маловероятно — так капля редкого дождя едва ли упадет в крохотную лужицу на асфальте. Вот почему, по мнению Джелепова, вряд ли можно было надеяться обнаружить более чем одно протонно-радиоактивное ядро среди легких элементов вплоть до неона.

Так, значит, список видов радиоактивности завершен и попытки дополнить его заранее обречены на неудачу?

ПОИСКИ ПРОТОННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ

Ядерные силы не зависят от электрического заряда нуклонов. Формула масс атомных ядер предсказывает свойства еще не открытых изотопов. Около сотни ядер заподозрены в протонной радиоактивности. Тяжелые ионы — основной инструмент «ядерной хирургии».

Прошло несколько лет.

Обсуждая вопрос о пределах стабильности ядер вплоть до величины заряда, равной 70, В. А. Карнаухов назвал скандий-39, мышьяк-63 и сурьму-106 в качестве возможных протонно-радиоактивных изотопов. (В той же работе титан-41 и селен-67 были указаны как возможные излучатели з а п а з д ы в а ю щ и х   п р о т о н о в.)

Еще несколько лет спустя перспективы поисков протонной радиоактивности удалось подвергнуть детальному анализу. Провести его позволила формула масс атомных ядер, полученная нами в 1960 году. Формула явилась следствием замечательной особенности ядерных сил, установленной ранее. Эта особенность, именуемая и з о т о п и ч е с к о й   и н в а р и а н т н о с т ь ю, состоит в том, что ядерные силы не зависят от электрического заряда частиц. Это открывает возможность, зная свойства известного ядра, предсказывать свойства еще не известного, в котором протоны заменены нейтронами и наоборот (такие ядра называют зеркальными).

Формула масс атомных ядер позволила предсказать основные свойства (стабильность или нестабильность к распаду с испусканием протонов, массу, энергию бета-плюс-распада, время жизни) десятков неизвестных нейтронодефицитных изотопов — и во всех случаях, когда эти изотопы были впоследствии открыты, согласие с предсказаниями оказалось превосходным. Далее, формула помогла обнаружить ряд ошибок, фигурировавших в разных таблицах масс атомных ядер,— иногда даже ошибок не предсказательных, а уже экспериментальных.

Использование нашей формулы и данных различных таблиц о массах ядер привело к выводу о существовании многих десятков (быть может, более сотни) протонно-радиоактивных ядер почти всех нечетных эле-

---

ство изотопической инвариантности ядерных сил.

Большой круг детальных исследований механизма испускания запаздывающих протонов был выполнен в Монреале Робертом Беллом с сотрудниками.

Недавно Э. Е. Берлович и Ю. Н. Новиков в Ленинграде предсказали возможность существования еще двух вариантов двухступенчатых запаздывающих процессов, первым актом которых является бета-распад: испускание ядер гелия-3 (после бета-плюс-распада) или трития (после бета-минус-распада).

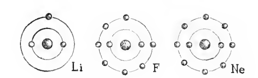
ОБОЛОЧЕЧНАЯ МОДЕЛЬ ЯДРА

Планетарные изображения атомов стали традиционными. Глядя на внешнюю электронную оболочку атома, можно сразу определить характер этого элемента. Если там немного электронов—это металл, если оболочка близка к заполнению — неметалл, если оболочка заполнена целиком — это инертный газ, атомы которого отличаются наибольшей устойчивостью.

Устойчивость ядра также зависит от числа входящих в него протонов и нейтронов. Систематическое изучение огромного количества изотопов показало, что ядра, содержащие 20, 50 и 82 протона или 20, 50, 82 и 126 нейтронов, оказываются особенно устойчивыми. Указанные числа получили название «магических чисел», а соответствующие ядра — «магических» ядер.

Магические ядра отличаются более высокой распространенностью; радиоактивные магические ядра обладают особенно большими периодами полураспада.

По аналогии с инертными газами была предпринята попытка объяснить существование магических ядер тем, что в них целиком заполняются определенные состояния протонов или нейтронов, так что прибавление следующего нуклона отвечает началу заполнения



ментов периодической системы Д. И. Менделеева — от фосфора или хлора и до висмута или даже дальше (здесь «опасным» конкурентом протонной радиоактивности становится альфа-распад).

Однако, несмотря на то, что протонно-радиоактивных ядер должно существовать немало, получить их далеко не просто — слишком много нужно для этого выбросить из ядра нейтронов. Наиболее эффективным способом тонкой «ядерной хирургии», позволяющей удалить из ядра нейтроны, не затрагивая других частиц, является бомбардировка различных мишеней многозарядными тяжелыми ионами — ускоренными ядрами лития, бора, углерода и т. д.

Известны два механизма такой бомбардировки. Пока суммарная энергия взаимодействующих снаряда и мишени меньше высоты кулоновского барьера, слияния этих двух ядер не происходит, но возможен туннельный перенос одного или нескольких нуклонов от мишени к снаряду (или в противоположном направлении) в момент столкновения, так сказать, «на пролете». Очевидно, что реакции множественного переноса нейтронов от одного ядра к другому могут приводить к образованию не только обедненных, но и обогащенных нейтронами ядер. Реакцией переноса были, например, получены ядра сверхтяжелого гелия — гелия-8 — при бомбардировке альфа-частицами магния.

Если же суммарная энергия обоих ядер превосходит высоту барьера, то мишень и снаряд сливаются, образуя сильно возбужденное, кипящее компаунд-ядро. Если заряд компаунд-ядра велик, то из него выкипают почти исключительно нейтроны, ибо вылету заряженных частиц относительно малой энергии сильно препятствует кулоновский барьер (см. рисунок на след. стр.). Он «проверяет пропуска» с обеих сторон — и если положительно заряженной частице трудно подойти к положительно заряженному ядру, а тем более проникнуть к нему, то столь же труден и обратный переход.

ДВУПРОТОННАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ

У границы устойчивости. В атомном ядре протоны с антипараллельными спинами объединяются в пары. Сквозь потенциальный барьер протонам легче пройти в паре, нежели поодиночке.

Подобно тому, как для макроскопических количеств вещества наука проявляет особый интерес к их свойствам в экстремальных условиях — при сверхвысоких или сверхнизких давлениях, температурах, в сверхчистом виде и т. д., так и для ядер наименее изучен, а стало быть, и наиболее интересен вопрос: каковы свойства ядер, расположенных «у границы устойчивости», когда энергия связи отдельных нуклонов близка к нулю и вдобавок — при дефиците нейтронов — особенно велика энергия кулоновского взаимодействия протонов? Какими оказываются размеры и форма ядер в таких условиях? Продолжают ли — и с какой точностью — выполняться следствия изотопической инвариантности ядерных сил? Все эти вопросы стоят сейчас перед исследователями радиоактивности.

новой нейтронной или протонной оболочки. В каждую оболочку включаются частицы, находящиеся в состояниях с одинаковыми (или близкими) энергиями, число частиц в различных оболочках различно

Такова в общих чертах так называемая оболочечная модель ядра.

ИЗОМЕРИЯ АТОМНЫХ ЯДЕР

В органической химии известны соединения, называемые изомерами. Их молекулы состоят из одних и тех же атомов, но по-разному расположенных по отношению друг к другу. Разная структура приводит к различию свойств молекул-изомеров.

Аналогичное явление наблюдается и среди атомных ядер. В ядерной физике изомерами называются ядра данного элемента, содержащие одинаковое число протонов и нейтронов, но обладающие различными радиоактивными свойствами.

Детальное изучение ядерной изомерии показало, что это явление связано с существованием у радиоактивных ядер возбужденных состояний с большим периодом полураспада. Именно такие состояния получили название изомерных.

С точки зрения модели ядерных оболочек при переходе нуклона с «обычного» места на другую оболочку ядро оказывается в возбужденном состоянии. В ядрах-изомерах один нейтрон или один протон обычно перемещен из своей «нормальной» оболочки в другую с существенно отличным характерным моментом количества движения.

КУЛОНОВСКИЙ БАРЬЕР

Чтобы приблизить к положительно заряженному ядру положительно заряженную частицу — например, протон,— нужно затратить некоторую энергию на преодоление кулоновских сил отталкивания. Чем меньше расстояние сближения, тем выше нужная для этого энергия. Определяя численно ее зависимость от расстояния, мы получим гиперболическую кривую, изображенную на рисунке (см. след. стр.).

Однако, если частица прикоснется к ядру (расстояние сближения составит при этом величину порядка 10^{-13} сантиметра), силы отталкивания резко сменятся силами притяжения. Теперь энергия требуется уже для того, чтобы удалить частицу из ядра. На графике это

Но особенно много интересного обещает экспериментальное открытие и подробное изучение так называемой двупротонной радиоактивности.

К выводу о необходимости существования такого — пятого по счету — основного типа радиоактивного распада мы пришли в 1960 году. Новый вид радиоактивности предсказала формула, определяющая энергию связи протонов в нейтронодефицитных ядрах с четными атомными номерами.

Казалось бы, с прибавлением нового протона к нейтронодефицитному ядру избыток протонов должен ощущаться все резче и энергия связи протонов должна понижаться. Однако ситуация оказывается обратной, если при такой добавке число протонов изменяется с нечетного на четное.

Вот в чем тут дело. Есть у элементарных частиц — протонов, электронов и т. д. — такая характеристика — спин, собственный момент количества движения. Наличие спина можно объяснить вращением частицы вокруг собственной оси. Однако такое представление является лишь грубой аналогией, заимствованной из классической механики. Квантовые свойства спина проявляются в том, что спин может лишь определенным образом ориентироваться в пространстве. В ядре два протона, спины которых антипараллельны, связываются друг с другом. Энергия связи составляет 2—3 Мэв — она-то и выигрывается, когда к ядру с нечетным числом протонов добавляется еще один. Таким образом, четный протон всегда связан сильнее предыдущего нечетного. В результате зачастую оказывается энергетически выгоднее удалить из ядра сразу два протона, чем оторвать один из них от другого.

Выход пары протонов из ядра связан с преодолением потенциального кулоновского барьера, а это приводит к тому, что время двупротонного распада может существенно превышать 10^{-12} секунд. Таким образом, возникает возможность не просто нестабильности ядра к вылету сразу двух протонов, а именно двупротонной радиоактивности.

И тут встает вопрос: как поделят два протона между собой ту энергию, которая высвобождается при их вылете из ядра?

Если один получит бóльшую долю, то ему, казалось бы, легче просочиться сквозь барьер. Но при этом второй протон с меньшей энергией опускается к подножию барьера и действует на первый как гиря, висящая на ногах пловца,— ведь оба протона обязаны вылетать только вместе! В результате общая скорость двупротонного распада падает очень резко, по кривой Гаусса, она тем меньше, чем неравномернее делится энергия между протонами. Благодаря этому соображению можно рассчитать коэффициент энергетической корреляции двух протонов.

Этот же коэффициент измерим и опытным путем. Экспериментальное значение коэффициента корреляции, разумеется, может отличаться от расчетного. Расхождение — признак того, что неточны какие-то исходные предположения. Неверным может оказаться представление о том, что кулоновские силы ядра на достаточно ма-

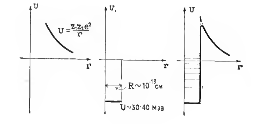
---

значение энергии следует отложить уже не вверх, а вниз от оси абсцисс.

Энергия взаимодействия нуклонов в ядре (около 30—40 Мэв), вертикаль, соответствующая радиусу ядра, и гиперболическая кривая, полученная нами вначале, сложатся в характерную картину потенциальной ямы, ограниченной потенциальным барьером.

Над дном ямы на различных энергетических уровнях расположены нуклоны, входящие в ядро. Расстояние от какого-либо уровня до верхушки барьера означает энергию, необходимую для того, чтобы удалить из ядра соответствующий нуклон.

Верхушка барьера обрисована пунктиром. Дело в том, что для слияния частицы с ядром достаточна энергия несколько меньшая, чем та, которую определяет пересечение гиперболы и вертикали Чтобы картина более соответствовала действительности, чересчур высокая и острая вершина потенциального барьера притуплена, округлена.



ТУННЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ

Если энергия частицы превышает высоту потенциального барьера, частица беспрепятственно приблизится к ядру и сольется с ним. Если же частица обладает энергией, не превышающей высоты барьера, то она, казалось бы, лишь приблизится к ядру на расстояние, определяемое гиперболической кривой, не ближе. Если же такая частица уже находится в ядре, то она не сможет выйти из него, не преодолеет барьер. Однако по законам квантовой механики барьер преодолим и при таких «подбарьерных» энергиях посредством так называемого туннельного перехода. Вероятность туннельного проникновения чрезвычайно сильно возрастает по мере приближения энергии частицы к вершине барьера — то есть по мере того, как укорачивается «туннель» и уменьшается высота «горы» над ним.

лых расстояниях резко сменяются ядерными силами. Иными словами, может оказаться неверной принятая нами форма потенциального барьера, окружающего ядро.

Если опыт покажет значение коэффициента корреляции меньше расчетного, это будет свидетельствовать о том, что внутренняя стенка потенциального барьера не вертикальна, а наклонна. Выяснив истинную форму барьера, мы тем самым узнаем, как убывают ядерные силы вблизи поверхности ядра.

На характер энергетической корреляции должно влиять и наличие — наряду с кулоновским — так называемого центробежного барьера. Это понятие связано с тем, что условия выхода протона из ядра зависят от того, на какой оболочке находился протон внутри ядра перед вылетом. Стоит учесть наличие центробежного барьера, и мы приходим к любопытным эффектам. Во-первых, подтверждается, что протонам легче пройти сквозь потенциальный барьер в паре, нежели поодиночке, независимо друг от друга. Во-вторых, центробежный барьер как бы «сдерживает» развал пары протонов — она сохраняется в виде единого целого на расстояниях, значительно превышающих радиус ядра, и распадается порой только близ внешней границы потенциального барьера.

Если пара протонов проходит почти весь свой подбарьерный путь как единое целое, то при ее развале возникает довольно сильная угловая корреляция между двумя протонами — они вылетают преимущественно в близких направлениях. Специфические особенности энергетической и угловой корреляции двух протонов дают уникальные возможности изучить их взаимодействие под потенциальным барьером, то есть в зоне между внутриядерной областью, где преобладают ядерные силы притяжения, и областью внеядерной, где действуют лишь кулоновские силы отталкивания.

АНАЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Двупротонная радиоактивность и сверхпроводимость. В прогнозе — около шестидесяти двупротонно-радиоактивных ядер. Существует ли двунейтронная радиоактивность?

Напомним читателю несколько фактов из области физики, которая, казалось бы, никакого отношения к радиоактивности не имеет.

Речь пойдет о сверхпроводимости.

Как известно, для нее требуется, чтобы электроны проводимости с антипараллельными спинами оказались спаренными. В обычном, несверхпроводящем металле пары разваливаются и электроны движутся независимо друг от друга. Однако, если несверхпроводящий металл образует тонкую прослойку между двумя образцами сверх проводника, электронные пары благодаря туннельному эффекту способны пройти из одного сверхпроводника в другой сквозь разделяющий их потенциальный барьер — металл в обычном состоянии. В этом проявляется знаменитый ныне эффект

ВАРИАНТЫ ДВУПРОТОННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ

Мыслимы два основных варианта двупротонной радиоактивности.

Для легких двупротонно-радиоактивных ядер с зарядом, меньшим 50 (то есть вплоть до олова), испускание одиночного протона попросту запрещено законом сохранения энергии: энергия связи «четного» протона в таком ядре положительна, удаление его из ядра требует энергетических затрат. Испускание одиночного протона означало бы, что ядро самопроизвольно перешло на более высокий энергетический уровень.

Для тяжелых ядер, с зарядом большим 50, энергетически возможны и вылет пары протонов сразу и последовательное их испускание. Но вылет пары энергетически более выгоден (протоны не нужно отделять друг от друга — выигрывается энергия спаривания) и, следовательно, значительно более вероятен.

ПРИЕМЫ «ЯДЕРНОЙ ХИРУРГИИ»

Выкипание нейтронов, про которое говорилось в главе о поисках протонной радиоактивности, можно проиллюстрировать реакциями получения трансплутониевых элементов на ускорителях тяжелых ионов. Возьмем для примера синтез 102-го элемента, осуществленный в Дубне в 1963 году: ускоренное ядро неона-22 сливалось с ядром урана-238, слившись, они испускали четыре нейтрона — в результате получалось ядро 102-го элемента с атомным весом 256.

Пусть теперь целью поиска является протонно-радиоактивное ядро кобальта — по формуле масс атомных ядер это должен быть кобальт-49. Чтобы получить такое ядро в реакции переноса, надо отобрать у стабильного изотопа кобальта (кобальт-59) целых десять нейтронов, а это фактически неосуществимо. Что же касается реакций слияния, то здесь образование кобальта-49 возможно, например, при бомбардировке кальция-40 ядрами азота-14 с испарением пяти нейтронов.

Беда, однако, в том, что в отличие от упомянутого примера со 102-м элементом для относительно легких ядер типа кобальта кулоновский барьер уже не служит особенно серьезной преградой для протонов и потому не обеспечивает надежного отбора, позволяющего выпустить из ядра только нейтроны, но не какие-либо заряженные частицы.

Поэтому вероятность получения ядра кобальта-49,

Джозефсона (названный по имени предсказавшего его теоретика), который стал предметом сотен теоретических и экспериментальных исследований по физике низких температур.

Самую прямую аналогию с вышеописанным имеет характерное для двупротонной радиоактивности сочетание спаривания частиц и их прохождения сквозь потенциальный барьер.

Вылет пары протонов с противоположными спинами из ядра схож с туннельным переходом электронной пары из сверхпроводника в металл в нормальном состоянии. Развивая эту аналогию, автор этой статьи указал на возможность существования, а затем совместно с А. И. Ларкиным предложил теорию ядерного аналога эффекта Джозефсона.

Таким образом, изучение двупротонной радиоактивности оказывается в какой-то мере пограничной между ядерной физикой и физикой низких температур проблемой.

Нам остается сказать о том, сколь реальны надежды на экспериментальное обнаружение этого интереснейшего нового типа радиоактивного распада в обозримом будущем.

Можно ожидать существование свыше шестидесяти двупротонно-радиоактивных ядер, причем около половины их приходится на элементы с зарядом, большим, чем 50, следующие в таблице Менделеева за оловом. Энергия протонов, вылетающих из ядра, для таких элементов составит 2—3 Мэв — величину достаточно большую для того, чтобы их было удобно регистрировать с помощью схем совпадений, которые выделят случаи одновременного вылета пары протонов. К тому же у ядер с зарядом, большим 50, число нейтронов превышает число протонов, а это снимает опасность конкуренции со стороны достаточно быстрого бета-плюс-распада, который также характерен для легких нейтронодефицитных ядер.

Наиболее реальный путь получения двупротонно-радиоактивных ядер — реакции слияния при бомбардировке ядер тяжелыми, многозарядными ионами. Например, два ядра кальция-40, слившись и испустив четыре нейтрона, могут дать ядро циркония-76, два ядра никеля-58 в ходе такого же процесса — ядро бария-112.

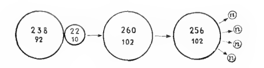
В ряде случаев могут оказаться удобными и процессы множественного переноса нейтронов или испарения многих нейтронов при бомбардировке ядер ионами гелия-3 или даже просто протонами. Как и при открытии протонной радиоактивности, менее сложным делом может оказаться обнаружение двупротонного распада ядер не из основного, а из изомерного, возбужденного состояния. Например, наиболее тяжелым двупротонно-радиоактивным изотопом теллура явится, по всей видимости, теллур-104, тогда как наблюдение двупротонного распада из многочастичного изомерного состояния со спином, равным 12, может быть, возможно уже для теллура-108 — ядра, полученного в основном состоянии еще в 1965 году.

Возможно, при испускании частиц из подобных изомерных состояний проявится совершенно неизвестный ранее тип радиоактивности — двунейтронный радиоактивный распад. Но это уже новая ветвь на вечно зеленом и плодоносящем древе радиоактивности.

которое должно быть протонно-радиоактивным, составляет, видимо, не более 10^{-9} от образования других продуктов бомбардировки кальция азотом, а, значит, обнаружить это ядро — дело очень трудное.

На помощь приходит, однако, ядерная изомерия. Ядра — продукты радиоактивного распада или разных ядерных реакций могут находиться не только в основном, но и в долгоживущем возбужденном (изомерном) состоянии, когда какой-либо нуклон располагается не на своем обычном месте, а в другой ядерной оболочке. Существуют так называемые многочастичные изомеры, в которых сразу несколько нуклонов сидят «не на месте». Вероятность перехода многочастичных изомеров в основное состояние путем излучения гамма-кванта весьма мала, и преобладающим процессом, в котором «снимается» энергия возбуждения, является вылет частиц. И если даже ядро в своем основном состоянии вполне устойчиво к испусканию протона, изомер может быть протонно-радиоактивным, разумеется, если его энергия возбуждения превышает энергию связи протона. При этом, естественно, испускание протонов из возбужденного состояния не требует столь же сильного дефицита нейтронов, как «обычная» протонная радиоактивность в основном состоянии, и может наблюдаться у ядер с большими массовыми числами.

В нашем примере (кобальт) протонная радиоактивность из изомерного возбужденного состояния вместо изотопа с массовым числом 49 появляется уже для кобальта-53. Протонный распад этого изомера наблюдался в 1970 году в Беркли (США) Джозефом Черны с сотрудниками, причем образование протонно-радиоактивных ядер кобальта-53 происходило при облучении кальция ионами кислорода и железа протонами.



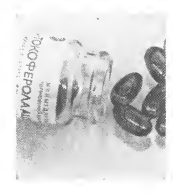




ВИТАМИН В КАПСУЛАХ

В последнее время витамин Е (токоферол) привлекает внимание исследователей. Установлено, что, когда организму не хватает этого витамина, наблюдается мышечная слабость.

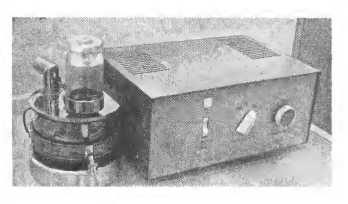
В связи с этим препарат витамина Е стали применять для лечения целого ряда заболеваний нервно-мышечной системы. Эффективен он также при атеросклерозе, гипертонической болезни.



Естественно, что от степени усвояемости организмом этого препарата зависит его действенность. Для этой цели во Всесоюзном витаминном институте предложили новую лекарственную форму витамина Е — в капсулах. Как установлено, в таком виде лекарственное средство значительно лучше усваивается.

Выпускает витамин Е в капсулах Ленинградский витаминный комбинат.





«ТУМАН-2»

Так называется ультразвуковой аэрозольный аппарат, предназначенный для лечения заболеваний легких. Преимущества нового аппарата по сравнению с существующим зарубежным заключаются в том, что с его помощью можно направленно вводить лекарства в верхние или нижние отделы легкого. Получение аэрозолей происходит с помощью ультразвуковых колебаний генератора.

«Туман-2» прост в эксплуатации. Пользоваться им можно как в условиях стационара, так и амбулаторно.

Создан аппарат во Всесоюзном научно-исследовательском институте медицинского приборостроения группой сотрудников Ю. И. Гавриловым, Н. В. Бочкаревым и другими.

«Туман-2» экспонируется в павильоне «Здравоохранение» на ВДНХ, где к 50-летию образования Союза ССР была открыта новая экспозиция — «Научно-техническое творчество молодежи».

«АИДА-01»

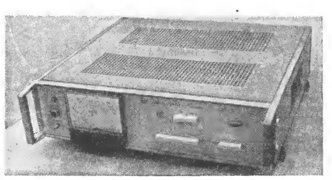
Это автоматический полупроводниковый переносный прибор для непрерывного измерения артериального давления у тяжелобольных.

В приборе имеется датчик, установленный в компрессионной манжете, усилитель сигналов, поступающих с датчика, индикатор показаний. Специальная автоматическая система нагнетает воздух в манжету.

«Аида-01» найдет применение в хирургических и терапевтических клиниках. Прибор предназначен также для специальных клинических исследований. Выпуск намечен на 1973 год.

Создан прибор во Всесоюзном научно-исследовательском и испытательном институте медицинской техники Минздрава СССР. Авторы В. М. Большов, В. П. Попов, В. Ф. Малаков.

«Аида-01» — один из экспонатов выставки «Научно-техническое творчество молодежи».





ЧЕЛОВЕК, ЛЕС, НАСЕКОМЫЕ

Кандидат биологических наук
В. КУПРИЯНОВ.

Как известно, лес дает нашей планете одну треть кислорода, без которого невозможна жизнь. Лес защищает почву от эрозии, спасает от гибели водоемы, поставляет нам строительную древесину, сотни разных видов сырья для промышленности. Дичь, ягоды, грибы, мед, ценные лекарственные растения — тоже дары леса. Целебный воздух, пропитанный ароматами смол и разных трав, дивной красоты пейзажи — это лес.

ЛЕС ДВАДЦАТОГО ВЕКА

В нашем понятии именно лес ассоциируется с первозданной, нетронутой природой, а ведь современные леса мало похожи на первобытные. Причина тому — человек. Вся



история развития цивилизации, особенно земледелия, связана с наступлением на природу. Человек в древности выжигал огромные пространства лесов, позже беспощадно вырубал. Напомним только, что еще во времена Киевской Руси Киев-град окружали бескрайние дремучие дебри, населенные зубрами, дикими быками-турами и медведями.

В результате отступления леса резко изменился климат, водный режим почвы, развилась водная и ветровая эрозия, ухудшились условия жизни уцелевших лесов. Это произошло в течение исторически короткого срока, слишком короткого для того, чтобы складывавшиеся тысячелетиями устойчивые сообщества лесных растений и животных успели перейти в новые формы, стабильные в изменившихся условиях. Ведь лес — это не группа деревьев, случайно выросших рядом, а сложнейшая система взаимодействия множества элементов — деревьев, подлеска, трав, грибов, животных и микроорганизмов. Нарушение любого звена этой хитро переплетенной сети ведет к перестройке, а порой и ломке всей системы.

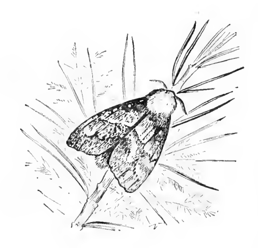
Поэтому-то так много ослабленных, угнетенных лесов, потерявших способность сопротивляться вредителям и болезням, поэтому-то уже в течение столетий во многих районах мира леса отступают, несмотря на все усилия их сохранить. И сама хозяйственная деятельность людей, к сожалению, часто мало была похожа на работу рачительного хозяина.

Беспорядочные, хищнические рубки на протяжении столетий ослабили леса, открыли широкое поле деятельности для извечных врагов деревьев — насекомых. Именно человеку обязаны своим процветанием некоторые вредители леса. Личинки майского хруща, например, нуждаются как в древесных корнях для питания, так и в солнечном тепле. В давние времена, когда лесной ковер сплошь покрывал север и среднюю полосу Европы, майский хрущ ютился по полянкам и на ветровалах. На вырубках, засоренных молодой лиственной порослью, он нашел идеальные условия. Размножившись в чудовищном количестве, хрущ стал массовым вредителем корневой системы деревьев, грозой лесного молодняка.

Брошенные на лесосеках стволы деревьев заселялись вредными жуками: короедами, дровосеками, долгоносиками. Насекомых влечет на вырубки солнечное тепло. Найдя богатый запас пищи для потомства, вредители размножаются и разлетаются по лесу, нападая на живые деревья.

Человек не просто вырубал лес; он уничтожал лучшее, что есть в лесу. На постройку домов, кораблей и лодок, на разные поделки выбирались ценнейшие древесные породы вроде дуба, липы. К тому же каждая порода лишалась самых лучших представителей, мощных стройных деревьев, дававших могучее потомство, устойчивое к вредителям и болезням.

В результате менялся состав лесных пород. Восемьдесят — девяносто процентов однообразно серых осинников и приветливых березняков, которые мы сейчас воспринимаем как неотъемлемую часть русской природы,— леса вторичные, неустойчивые. Их длительное существование обусловлено деятельностью человека. Осинники и березняки — леса временные, возникающие после пожаров и рубок на месте хвойных лесов, и в природе всегда сменяются ими. Последовательная смена пород — один из важнейших законов жизни леса, и только вмешательство человека изменило обычный ход явлений. Появились новые, нестойкие формы лесных сообществ. Взаимосвязи между растениями и животными в них еще не сложились окончательно, поэтому вспышки массового размножения вредителей могут носить здесь катастрофический характер.



Сибирский шелкопряд — крупная мохнатая бабочка, серая или бурая, с тремя темными полосами и белым пятнышком на каждом переднем крыле. Гусеницы необычайно прожорливы. Каждая из них за свою жизнь съедает около 40 граммов хвои. Когда хвоя съедена, гусеницы переключаются на кору побегов и зеленые шишки. Если лес подвергался массовому нападению шелкопряда в течение двух лет, он должен быть вырублен, потому что деревья настолько ослаблены, что начинают усыхать.

В XIX—XX веках врагами лесов стали дым и пыль заводов и фабрик. И опять-таки от этого больше страдают хвойные деревья, ведь они не меняют ежегодно загрязненный зеленый покров свежим. «Задыхающиеся» от промышленной грязи деревья менее устойчивы к нападению насекомых. Воспользовавшись снижением устойчивости дерева, его атакуют полчища вредителей хвои и ослабляют до такой степени, что дерево уже не может противостоять стволовым вредителям, которые губят его окончательно.

Большой урон наносят лесам пожары, но потери не ограничены только ими. На пожарищах любят селиться майские хрущи, а обожженные деревья — места массового размножения короедов.

А сколько деревьев, обычно самых мощных, изранено буквально, как если бы речь шла о человеке. И след от вбитого гвоздя и вырезанное перочинным ножичком «Вася+Люся» — это широко открытые двери для болезнетворных грибков и жучков-короедов, угроза жизни дерева.

Не только явное варварство, но и сознательное вмешательство в жизнь леса с самыми лучшими намерениями подчас оборачиваются вредом.

При несвоевременной или плохо организованной обработке ядохимикатами в равной мере погибают и вредные насекомые и их природные враги — хищные и паразитические насекомые, истребляющие вредителей. Хищников и паразитов в природе всегда намного меньше, чем вредителей. Поэтому, если даже ядохимикаты наносят относительно равный урон и тем и другим, то на следующий год численность вредных насекомых легко восстанавливается, а их враги все еще долго не могут оправиться от последствий обработки.

КУЛЬТУРНЫЙ ЛЕС

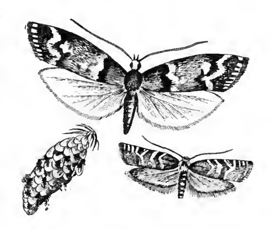
Итак, современный лес сильно изменен и, самое главное, ослаблен, поэтому улучшение, сохранение или возобновление леса немыслимы без постоянной заботы так же, как и существование полей и садов.

Необходимостью в наши дни стала защита леса от вредителей. Понятие «защита леса», или «лесозащита»,— это не просто привычное сочетание слов, а общепринятое обозначение разветвленной системы мер борьбы с вредными насекомыми и болезнями деревьев. Выяснять роль разных видов вредных и полезных насекомых, вести непрерывный надзор за их появлением и изменением численности, организовывать борьбу с вредителями, помогать лесоводам планировать новые леса, устойчивые к вредителям,— все это круг проблем, которыми занимаются в нашей стране многочисленные исследовательские коллективы работников лесозащиты. Леса государственного фонда в СССР распределены между лесничествами,



Гусеницы зеленой дубовой листовертки поедают дубовые почки и молодые листья. Вспышки массового размножения происходят обычно раз в 7 лет и длятся 2—3 года. В эти периоды дубняки стоят обезображенные: листья полностью съедены или изуродованы и скручены, с веток спускаются гусеницы на паутинках, падают пустые шкурки куколок.
В теплые солнечные дни июня начинается лет бабочек. Их бывает так много, что лес издали кажется окутанным зеленовато-белым облачком.

Шишковая огневка и шишковая листовертка — мелкие, невзрачные бабочки, обе — серьезные вредители еловых семян. Гусеницы огневки после выхода из отложенных на зеленую шишку яиц внедряются в нее, выгрызают чешуйки и семена. Листовертки в отличие от огневок вгрызаются в стержень и выедают его и только потом принимаются за чешуйки и семена. Зимой шишки вместе с зимующими в них гусеницами опадают, не раскрываясь. Нередко вредители уничтожают 60—70 процентов урожая семян...



в которых за состоянием лесов постоянно наблюдает целая армия лесников. Меры лесозащиты планируют в государственном масштабе, они есть часть общего народнохозяйственного плана.

Лес с его разнообразием растительных и животных форм — система гораздо более сложная, чем поле или сад. Число факторов, которое нужно учитывать при воздействии на лес, огромно. Каждая порода подвержена нападению многих видов вредителей. Только в горных лесах северо-восточного Алтая на пихте кормится 51 вид вредителей, на кедре —40, на ели —35. В это число входят только вредители стволов, а ведь насекомые нападают и на корни, хвою, побеги, шишки. Когда подсчитали, например, общее количество вредных видов на дубе (в Европейской части СССР), оказалось, что их более 300!

Никакие обработки ядохимикатами не избавят лес от нашествия сотен и сотен видов вредных насекомых, если сам лес не может им противостоять. Поэтому главную роль в защите леса играет то, что называют лесохозяйственными мероприятиями.

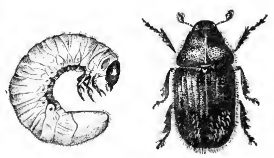
Ответственная задача — планирование будущего леса. Всегда нужно учитывать характер почвы, климата и микроклимата, состав местных вредителей и их способность переходить с одной породы на другую, особенности поведения каждого из них в данной местности.

Это задача сложная, и не удивительно, что верное решение не всегда принимается сразу. В последние годы в степных полезащитных и придорожных полосах широко применялся вяз мелколистный. Степные посадки вяза недавно изучались известным специалистом в области защиты леса профессором А. И. Воронцовым. Исследования показали нецелесообразность разведения вяза в степи, так как эта порода болезненно реагирует на недостаток влаги, обычный в степной зоне. Ослабленные вязы поражаются вредителями и болезнями и усыхают.

Лес должен быть составлен не из одной породы, а из нескольких. Леса с большим набором пород устойчивее, чем сплошные сосняки или ельники. В лесу, где господствует одна порода, вспышки размножения вредителя-монофага (то есть вида, питающегося только на одном растении) разгораются, как пожар, особенно если деревья в лесу примерно одного возраста.

Только в самые последние годы начались опыты по селекции лесных пород, то есть отбору для питомников и посадок семян от самых устойчивых деревьев. Но дерево растет несколько десятков лет, практических результатов еще нет, но в перспективности лесной селекции вряд ли можно сомневаться.

В сельском хозяйстве издавна выводят гибридные сорта, устойчивые против вредителей. Гибридизацией начали заниматься и лесоводы, сейчас широко проводятся опыты.



Большой еловый лубоед достигает 8 сантиметров — это наибольший из наших жуков-короедов. Его личинки выгрызают под корой не узорчатые ходы, характерные для других короедов, а широкую, неправильной формы полость.

В пятидесятых годах большой еловый лубоед, по-видимому, вместе со строевым лесом проник в Боржомское ущелье в Грузии, облюбовал кавказскую (восточную) ель и начал быстро размножаться.

Борьба с лубоедом оказалась необычайно трудной. Применение ядохимикатов затрудняет скрытый образ жизни вредителя. Жуки даже спариваются под корой. Считалось, что восточная ель будет полностью уничтожена, но со временем выяснилось, что отдельные деревья оказались устойчивыми. Работниками грузинской лесозащиты разработан ядовитый препарат, хорошо проникающий под кору и неопасный для деревьев. До победы далеко, но триумфальное наступление вредителя уже остановлено.



Свои ходы лубоеды прокладывают в древесине. На снимке ходы березового лубоеда.

Самое главное, самое ответственное и трудоемкое — хорошее содержание леса. Трудность в том, что лесохозяйственные работы должны проводиться постоянно и своевременно в течение многих лет, иначе они будут бесполезны. Нужно регулярно удалять погибшие, ослабленные, наконец, просто старые деревья, потерявшие способность сопротивляться нападению вредителей.

Лесоведение — старая наука, мудрая. Давно уже подмечено, при каких сочетаниях пород деревья растут лучше всего, более устойчивы к нападению вредителей. К сожалению, в природе, особенно измененной деятельностью человека, оптимальное соотношение пород часто нарушается. Восстанавливать его должен топор лесника. Тот же топор прорубает непролазные заросли, открывая лучшим деревьям доступ к свету. Эти работы называются рубками ухода.

В каждом учебнике лесоводства, в каждой инструкции непременно найдется обширный раздел о культуре рубок. Тяжелые последствия варварских рубок прошлого многому научили лесоводов.

Инструкциями предусмотрена масса правил и ограничений, подчиненных единой цели — не допустить превращения мест вырубок в очаги вредителей.

При культурной рубке падающие или вывозимые из леса стволы не задевают другие деревья, на лесосеках не остается излюбленных вредителями сваленных стволов, а края лесосек старательно спрямляются. Последнее вызвано тем, что насекомые-вредители теплолюбивы и светолюбивы. Даже если рубка проведена аккуратно, тепло все равно привлечет вредителей на края лесосеки, поэтому, по возможности, надо сократить ее периметр.

Правильное, научно обоснованное ведение лесного хозяйства позволяет резко уменьшить затраты на истребление вредителей. К сожалению, осуществление всего комплекса лесохозяйственных мероприятий пока возможно далеко не везде. Поэтому приходится прибегать к истребительным методам борьбы, и в первую очередь к применению ядохимикатов.

Химический метод борьбы с вредителями леса критиковали много; предлагалось изъять его из системы защиты. Предложение заманчивое, но в настоящее время принять его нельзя. Пока только химия позволяет в короткий срок подавить очаг вредителя на большой площади. Но именно эта наглядная эффективность и минимальные затраты средств на применение химических веществ привели к чрезмерному увлечению этим методом.

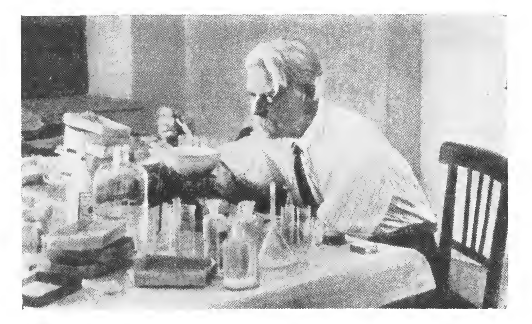
ВРАГИ НАШИХ ВРАГОВ

Большие надежды возлагают на биологический метод борьбы с вредителями. В сельском хозяйстве он применяется широко, в лесном — далеко еще не достаточно. Причина—в сложности и многообразии взаимоотношений организмов в лесу. До сих пор не познаны полностью и не нашли точного математического выражения закономерности, управляющие нарастанием и спадом численности растительноядных насекомых. Прогнозировать изменение численности хищника и жертвы, паразита и хозяина в их взаимодействии трудно, особенно если речь идет о системе взаимоотношений не двух, а многих видов сразу. Как правило, паразит или хищник нападает не на один, а на несколько видов растительноядных насекомых, причем трудно предсказать, предпочтет ли он опасного вредителя или перейдет на питание другими видами, не имеющими хозяйственного значения. Обычно один вид паразита или хищника не в состоянии полностью подавить вредителя, поэтому ставка делается на несколько видов сразу. Между ними могут возникнуть достаточно сложные отношения, иногда конкурентного характера.

Одно из направлений биометода — применение микроорганизмов, вызывающих болезни насекомых. Доктор биологических наук Е. В. Талалаев нашел у гусениц сибирского шелкопряда смертельную болезнь, вызываемую бациллами, развивающимися в крови. Из погибших гусениц выделили препарат — дендробациллин. Уже несколько лет его производят в промышленном масштабе и распыляют с самолетов и вертолетов. Эффект очевиден, но гибель насекомых пока ниже, чем при использовании ядохимикатов.

Сейчас создано несколько типов бактериальных препаратов. И главная задача — повысить их эффективность. Недавно в Московском лесотехническом институте проводились испытания трех видов бактериальных препаратов против одного из вредителей — гусеницы бабочки зеленой дубовой листовертки. Через неделю после опыления экспериментальных участков препаратами свыше 90 процентов гусениц погибло. Планируется уничтожение листовертки на больших площадях.

Использование вирусов началось совсем недавно, но и здесь уже достигнуты успехи в борьбе с непарным шелкопрядом и с мас-



Н. К. Кольцов за опытами по искусственному партеногенезу шелковичного червя. 1931 год.

НИКОЛАЙ КОНСТАНТИНОВИЧ КОЛЬЦОВ

(3.VII.1872—2.XII.1940)

Академик Б. АСТАУРОВ.

«Подымем стаканы, содвинем их
разом!
Да здравствуют музы,
да здравствует разум!

Ты, солнце святое, гори!
Как эта лампада бледнеет
Пред ясным восходом зари,
Так ложная мудрость мерцает
и тлеет
Пред солнцем бессмертным ума.
Да здравствует солнце,
да скроется тьма!»

А. С. Пушкин
«Вакхическая песня».

Строки великого поэта взяты эпиграфом этой статьи не случайно. Все говорит за то, что сознательно или подсознательно — по повелительному зову натуры, но они стали жизненным девизом Николая Константиновича Кольцова, сто лет со дня рождения которого мы отметили летом прошлого года первыми кольцовскими чтениями.

Почитатель русской поэзии, он знал ее великолепно, а лиру Пушкина боготворил и помнил наизусть множество его стихов. Однако именно эти строки он — уже немолодой и всеми признанный ученый,— не боясь показаться сентиментальным и смешным, любил произносить с проникновенным чувством в торжественные и радостные дни, на празднествах науки и жизни.

Непримиримым врагом всякой «тьмы», всякой косности, рутины и обскурантизма, поборником «света», научной истины и прогресса он и оставался всю сознательную жизнь.

«Пред солнцем бессмертным ума» «величайшего биолога XIX века» (его собственное определение Чарлза Дарвина) он проявил преклонение и против «ложной мудрости» вознегодовал, когда еще юношей написал в своем дневнике: «Поведение Вирхова отвратительно; и надеюсь, ему когда-нибудь будет стыдно!». Это было сказано по поводу фразы Р. Вирхова: «Мы стоим на пороге одного научного банкротства, последствия

которого еще нельзя учесть; дарвинизм должен быть вычеркнут из ряда научных теорий».

Представителем наиболее прогрессивного крыла русской интеллигенции, ученым-гражданином предстает приват-доцент кафедры сравнительной анатомии императорского Московского университета Н. К. Кольцов в годы русской революции 1905 года.

В составе «кружка одиннадцати горячих голов», возглавлявшегося астрономом-коммунистом Павлом Карловичем Штернбергом, он оказывается в водовороте революционного движения. Именно в его кабинете в Институте сравнительной анатомии печатаются на подпольном мимеографе протесты и воззвания Студенческого комитета и преподавателей, хранятся политические прокламации и листовки.

С особой яркостью проявляется эта черта его натуры, когда после кровавого подавления революции он издает книжку «Памяти павших» (жертвы из среды московского студенчества., Москва, 1906). Видно, не позволяла ему поступать иначе его гражданская совесть, если в обстановке черносотенного террора пишет он до безрассудности смелый протест с таким вот оглавлением:

«1. Октябрьские дни. Подготовление студенческих погромов в печати и церквах... Избиение студентов в Охотном ряду 15 октября... Избиение студентов казаками около манежа 16 октября... Избиение в церкви... Манифест 17 октября... «Дни ужаса и позора для Москвы» 21 и 22 октября... Студент, засеченный и растрелянный у Горбатого моста... Убийство-казнь А. Сапожкова в Голутвине... Особые милости войскам и казакам в благодарность за подавление Московского восстания... «Не плачьте над трупами павших борцов!»

Вскоре после жестокого подавления революции была назначена к защите превосходная докторская диссертация Н. К. Кольцова, посвященная строению клеток спермиев десятиногих раков и роли клеточных формоопределяющих образований (так называемый «кольцовский принцип»).

Об этой своей работе, писать которую он начинал в горах Швейцарии, а заканчивал на хуторе близ Диканьки, Кольцов впоследствии сказал: «Может быть, именно потому, что с этой работой у меня связано так много красивых воспоминаний, я считаю ее лучшей из всего, что мною написано». И от этой, по его собственной оценке, лучшей работы — гарантированного средства получить заслуженную ученую степень — он бескомпромиссно отказывается: «Я отказался защищать диссертацию в такие дни при закрытых дверях — студенты бастовали,— и я решил, что не нуждаюсь в докторской степени. Позднее своими выступлениями во время революционных месяцев я совсем расстроил свои отношения с официальной профессурой, и мысль о защите диссертации уже не приходила мне в голову».

В 1909 году, как результат этой порчи отношений, в порядке реакции на переросшую рамки допустимого политическую деятельность в университете были закрыты кольцовские практикумы. Он был лишен возможности демонстрировать на лекциях зачастую им же сделанные музейные препараты. Это было тяжелым ударом, все протесты и предложения организовать занятия и лекции в помещении, нанятом на личные средства Николая Константиновича, оказались тщетными. Поддержка была выражена только студентами, поднесшими ему трогательный сочувственный адрес.

Реакция поднимала голову, положение левой профессуры становилось нестерпимым. В 1911 году в знак протеста против разгрома, произведенного в университете реакционным министром просвещения Кассо, Н. К. Кольцов вместе с другими независимыми профессорами демонстративно покидает университет с тем, чтобы вернуться в него лишь после Октябрьской революции.

Теперь, после ухода из университета — и опять в ногу с прогрессивными течениями века,— мы видим его активнейшим деятелем высшего женского образования, профессором Высших женских курсов. Одновременно он начинает педагогическую и исследовательскую деятельность во вновь открытом Народном университете имени Шанявского и остается в его стенах в течение всех десяти лет, которые просуществовала эта «вольная высшая школа», подготовившая в своей лаборатории целую плеяду известных биологов кольцовской школы.

Вклад в науку, сделанный к этому времени Н. К. Кольцовым, уже так неоспорим, что в 1915 году Российская Академия наук представляет его к званию действительного члена по специальности «экспериментальная зоология» при условии, что он перенесет свою деятельность в Петербург, где тогда были сосредоточены все академические учреждения. Но Кольцов не хочет покидать Москву, где у него сформировалась группа деятельных учеников, он просит снять его кандидатуру и получает звание члена-корреспондента.

Фрагмент титульного листа брошюры «Памяти павших».


Н. К. Кольцовъ.
Приватъ-доцентъ Московскаго Университета.

ПАМЯТИ ПАВШИХЪ.

Жертвы изъ среды московскаго студенчества
въ октябрскіе и декабрскіе дни.

Я нарочно выбрал эти странички дореволюционной биографии молодого Н. К. Кольцова. Общественная деятельность ученого, на мой взгляд, лучше всего может обрисовать его облик как человека. Но и чисто научная сторона его деятельности — это проявление того же девиза: за все передовое, за научный прогресс, против застоя, казенщины, консерватизма.

Формирование Н. К. Кольцова как ученого началось в ту эпоху, когда открытие великих принципов естественного и искусственного отбора осветило будущее биологической науки новым светом и породило волну почти всеобщего интереса к разработке вопросов видообразования и филогенеза. Интересы зоологов-дарвинистов устремились в то время более всего в те области исследования, где эволюционный подход был наиболее очевиден и плодотворен,— в сравнительную анатомию и сравнительную эмбриологию. Эти же доминирующие интересы определили и начальный период научной деятельности Н. К. Кольцова. В конце университетского курса он работает у будущего академика М. А. Мензбира в «Кабинете сравнительной анатомии». Здесь были сделаны первые, еще студенческие его работы, посвященные проблеме происхождения и развития парных конечностей позвоночных, его первая научная работа «Развитие таза у лягушки» и капитальный труд «Пояс задних конечностей и задние конечности позвоночных», за который ему была присуждена при окончании университета золотая медаль. Великолепно выполненный оригинал этой ненапечатанной работы — около 700 страниц текста, каллиграфически написанного крупным, характерным кольцовским почерком с многочисленными собственными рисунками пером, хранится ныне в библиотеке Института биологии развития АН СССР.

Хотя Н. К. Кольцов рано отошел от интересов сравнительной анатомии, он успел ввести в эту область большой вклад, и его имя в нашей стране стоит в ряду ее признанных основоположников. Ему принадлежит сохранившее до сих пор полное значение классическое исследование «Развитие головы миноги — к вопросу о метамерии головы позвоночных», посвященное фундаментальной проблеме, поставленной еще Вольфгангом Гёте,— происхождению головы позвоночных. За это исследование, впоследствии ставшее его магистерской диссертацией, Петербургское общество естествоиспытателей присудило ему премию имени К. Ф. Кеслера.

Можно не сомневаться, что в основе того интереса, который Н. К. Кольцов питал вначале к исследованиям в области сравнительной анатомии, лежала не только возможность широких филогенетических построений и разработки теории эволюции, но и прежде всего окрылявшее его убеждение в правильности и действенности материалистического мировоззрения дарвинизма. Вот что пишет он, например, в дневниках в адрес популяризатора и глашатая дарвинизма К. А. Тимирязева, отдавая себе отчет в своих впечатлениях о годичном заседании Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии: «Особенно свежила речь Тимирязева. Я всегда люблю его слушать (речь была направлена против витализма и виталистов.— *Б. А.*)... Была у него в речи фраза, где он отрекался от «веры» в механическое объяснение природы и дарвинизма, но на самом деле этой «верой», убеждением и действуют его речи. Он сам кипит, горит, волнуется и умеет передать свой огонь, свою «веру» слушателям. Воодушевление после его речи стояло в аудитории страстное, хорошее воодушевление, и большое за это спасибо Климентию Аркадьевичу».

По окончании университета Н. К. Кольцов дважды (в 1897—1898, а затем в 1902—1903 годах) побывал за границей. Он имел возможность поработать в крупных биологических лабораториях — в Киле у цитолога Флемминга и его ассистента Мёвеса, в Гейдельберге у цитолога и протистолога О. Бючли, а также на морских биологических станциях: на руководимой А. Дорном международной станции в Неаполе, в Роскове и в принадлежавшей тогда России станции в Виллафранке.

Это было время, когда в биологии уже наметилось падение интереса к описательным морфологическим наукам, приобретавшим устойчивые, законченные очертания. Зарождались новые, молодые течения — экспериментальная цитология, биологическая химия, механика развития, генетика, открывавшие еще неизведанные перспективы познания органического мира. Не удивительно, что в интересах необычайно чуткого ко всем свежим научным течениям Н. К. Кольцова также произошел полный перелом. Он окончательно потерял вкус к чисто сравнительно-анатомическим проблемам. Представшее его глазам великолепие морской фауны влекло его, как пишет он сам, от изучения морфологии на мертвых препаратах к исследованию жизненных процессов на живом объекте.

И вот клетка, этот основной элемент живого, наделенный полнотой жизненных свойств, таящий в себе разгадки фундаментальных биологических проблем, допускающий исследование с точки зрения физики, химии и разных далеко разошедшихся биологических дисциплин, стала тем объектом, над которым он работал всю жизнь, пользуясь биологическим экспериментом как своим неизменным исследовательским оружием.

Перелистывая большой (650 страниц), посвященный столетнему юбилею клеточной теории том «Организация клетки» (1936), куда вошли законченные к 1935 году экспериментальные исследования, а также теоретические статьи по общим проблемам биологии, просматривая вышедшие после этого работы по морфологии и физиологии пигментной клетки, превосходную работу «Структура хромосом и обмен веществ в них», а также огромные, почти подготовленные к печати, но оставшиеся неопубликованными материалы по этим вопросам,

воочию убеждаешься, что при всей широте диапазона научной деятельности Н. К. Кольцова именно экспериментальная цитология явилась той красной нитью, которая определила его творческий путь как исследователя.

«Я не хотел бы быть неверно понятым,— пишет он в своей научной автобиографии.— Я вовсе не отрицаю огромных достижений сравнительной анатомии и эмбриологии в XIX столетии. Каждому современному биологу необходимо быть знакомым с этими достижениями так же, как с таблицей умножения. Но чистый сравнительный и описательный методы исчерпали свои возможности и свою проблематику. Только в соединении с экспериментальной методикой новых биологических дисциплин — в особенности физиологии развития (почти синоним позднейших понятий «механика развития», «биология развития».— *Б. А.*) и генетики — старая сравнительная анатомия и эмбриология могут возродиться как активные творческие науки».

Разумеется, не может быть и речи, чтобы преуменьшать заслуги других крупнейших биологов в создании экспериментальной биологии в нашей стране. Среди ее зачинателей и пропагандистов нельзя забывать имен В. М. Шимкевича, С. Г. Навашина, Н. В. Насонова, Ю. А. Филипченко и др. Однако нет никакого сомнения, что уже очень рано именно Н. К. Кольцов определился как всеми признанный лидер самых живых течений экспериментальной биологии.

Теперь, перед лицом небывалого размаха научно-исследовательской работы в нашей стране, нам уже трудно себе представить, что такие широкие русла исследования, как эндокринология, физико-химическая биология, генетика, экспериментальная цитология, не говоря уже о ряде более мелких ручейков, ныне поглощающие труд сотен и тысяч ученых, разрабатывающиеся во

На русской средиземноморской биологической станции в Виллафранке в 1899 году. Стоят: второй слева — Н. К. Кольцов, второй справа — известный немецкий биолог Рихард Гольдшмидт. Сидит третий слева эмбриолог М. М. Давыдов.





Н. К. Кольцов с ученинами в университете имени А. Л. Шанявсного. Сидят слева направо: А. С. Серебровсний, Р. И. Серебровсная, В. Г. Савич, Н. К. Кольцов, (неизвестный), И. Г. Коган. Стоят: Г. В. Эпштейн, М. М. Завадовсний (неизвестный).

многих лабораториях и даже специальных институтах, у истоков своего появления в пределах иашей родины теснейшим образом связаны с инициативой Н. К. Кольцова, возникали прн его лнчном участии или под его сильнейшим влиянием.

Расцвет научно-организационной деятельности Н. К. Кольцова приходится на послеоктябрьские годы, когда перед ним открываются для этого большие возможиости как перед члеиом Высшего медицинского совета, руководителем комиссии Академин иаук по изучению естественых производительных сил СССР (КЕПС), академиком ВАСХНИЛ. Одним из главных его научно-организациоиных свершений было создание Института экспериментальиой биологии, первого и долгое время единственного самостоятельиого, не связанного с преподаванием биологического исследовательского учреждения в иашей стране. Институт был основан в 1917 году на средства Московского общества научных институтов, а в 1920 году перешел в ведение Наркомздрава РСФСР.

Здесь Н. К. Кольцов получил возможность осуществить свою заветиую мечту — «объединить в одном исследовательском учреждении ряд новейших течений современной экспериментальной биологии с тем, чтобы изучать те или иные проблемы с разных точек зрения и по возможности различными методами».

Как прав и проницателен был Н. К. Кольцов в этом стремлении к синтезу главных ветвей общей биологии!

Это было прогрессивно даже тогда, когда в силу незрелости самнх наук и недостаточной глубины знаиий о самом «дне жизнн», о молекулярном уровне биологических процессов подлинный сннтез, в сущности, был невозможен.

Однако реальиые предпосылки к объединенню разобщенных биологических наук все же возникли, и «мощный толчок к развитию сннтетической биологии», которого ожидал Н. К. Кольцов от содружества биохимии, цитологии, генетнки и физнологии развитня, произошел, но только это пронзошло через десяток — полтора лет после того, как ои так проницательно к этому призывал, уже после его смерти, в середине иашего века, в сороковых — пятидесятых годах. Толчок к широкому объединеиию произошел после того, как генетический анализ захватил мир микробов и коснулся биохимических признаков, то есть перешел на молекулярный уровеиь, когда генетика, биохимия и биофизнка, расшифровав генетический код белкового синтеза, разъяснили роль ДНК и РНК в наследственности и сннтезе специфнческих белков, короче говоря, когда родилась молекулярная биология.

Институт экспернментальной биологии просуществовал под бессмеиным руководством Н. К. Кольцова в течеиие 22 лет, а в 1939 году влился в состав Всесоюзной академии наук, получив иазвание Ипститута цнтологии, гистологии и эмбриологии.

Теперь в итоге довольно сложного пути его преемником по комплексному экспериментальному подходу к анализу биологических явлений и по составу ученых — в значительной доле представителей кольцовской школы — является Институт биологин развития АН СССР.

Казалось бы, одного создания и руководства столь крупным и разносторонним учреждением, как Институт экспериментальной биологии, с избытком достаточно, чтобы исчерпать творческую энергию одной жизни даже выдающегося организатора науки. Однако этот институт был далеко не единственной точкой приложения организаторских сил Н. К. Кольцова.

Помимо исследовательских лабораторий, возникавших при всех вузах, в которых Н. К. Кольцов преподавал, на всем пути его жизни рождаются по его инициативе биологические институты и станции, в дальнейшем нередко начинающие самостоятельную жизнь. При его инициативе и участии С. Н. Скадовским основана Звенигородская гидрофизиологическая станция, долгое время состоявшая при кольцовском институте, а потом переданная Московскому университету (теперь это основная летняя база биологического факультета МГУ). В 1920 году им основана долгое время работавшая под его руководством Аниковская генетическая станция, впоследствии ставшая центральной станцией Наркомзема по генетике сельскохозяйственных животных. Им созданы плодотворно работавшие лаборатории при генетическом отделе Московского филиала Комиссии по изучению естественных производительных сил России Академии наук и при Всесоюзном институте животноводства. Им включена в Институт экспериментальной биологии Кропотовская биологическая станция на Оке, ныне расширенная и служащая прекрасной экспериментальной базой для разнообразных работ Института биологии развития АН СССР.

Велика роль Н. К. Кольцова как деятеля научной прессы, популяризатора знаний, ученого-пропагандиста. Н. К. Кольцов основал и редактировал несколько руководящих биологических журналов, был инициатором, редактором или участником многих научных и научно-популярных изданий. Он играл крупную роль в Госиздате и Биомедгизе, был редактором биологических отделов Большой советской и Большой медицинской энциклопедий. Обладая даром ясного и увлекательного изложения, он сам написал множество научно-популярных брошюр и статей. Он был душою журнала «Природа», вместе с А. М. Горьким принимал деятельнейшее участие в журналах «Научное слово», «Наши достижения», «Социалистическая реконструкция и наука» и др.

Кольцов всегда стремился возможно теснее приблизить биологические исследования к запросам жизни, к насущным проблемам медицины и сельского хозяйства. Это прекрасно можно видеть на примере того великого вклада, который он внес в развитие как теории, так и практического применения науки о наследственности.

Первые теоретические исследования по генетике дрозофилы были начаты в СССР в его институте, в лаборатории С. С. Четверикова. Он неустанно привлекал к этим работам внимание биологов и сам сделал здесь важнейшие исследования и обобщения. Вспомним хотя бы только развитую им и ныне подтвердившуюся в своей принципиальной основе гипотезу матричной редупликации (удвоения) хромосом. Эта гипотеза, оказавшая сильное влияние на биологическую мысль, была впервые обнародована им в 1927 году, на торжественном открытии Третьего всероссийского съезда зоологов, анатомов и гистологов в Ленинграде. Углубляя и расширяя общебиологические принципы «все живое из яйца» и «каждая клетка от клетки», Н. К. Кольцов провозгласил тогда парадоксальный, на первый взгляд, общий принцип «каждая молекула от молекулы». Разумеется, при этом имелись в виду отнюдь не любые молекулы — речь шла о «наследственных молекулах».

В этой идее, убедительно аргументированной на уровне знаний того времени, нетрудно видеть прообраз основных представлений современной молекулярной генетики. Разница состоит лишь в том, что генетическая информация представлялась Н. К. Кольцову закодированной не чередованием нуклеотидов ДНК, а последовательностью аминокислот в высокополимерной цепочке белковой макромолекулы.

Понадобился длительный период развития биохимической генетики, зарождение и расцвет генетики микроорганизмов, прежде чем точный анализ смог дать оценку его гипотезы, раскрыть истинную природу наследственных молекул, нарисовать картину их редупликации, понять взаимоотношения нуклеиновых кислот и белков и расшифровать код наследственной информации.

Теперь вполне очевидно, что хотя конкретные предположения Н. К. Кольцова о химической природе наследственных молекул оказались во многом ошибочными, в своей принципиальной основе они были гениальным предвидением и знаменовали приметную идейную веху на прямом пути от открытий Грегора Менделя к современной молекулярной биологии.

Поразительно, как верно предугадывал Н. К. Кольцов открытия генетики. За 10 лет до открытий радиационного мутагенеза, сделанных Г. А. Надсоном и Г. А. Филипповым на дрожжах, Г. Мёллером на дрозофиле и Л. Стадлером на ячмене, в 1916 году в речи на торжественном заседании Общества Московского научного института он высказал мысль, что «глубоко проникающие, необычные в природе рентгеновские лучи» должны вызывать мутации. «Надо,— говорил он,— путем сильной встряски зачатковых клеток изменить их наследственную организацию и среди возникающих при этом разнообразных, большей частью, вероятно, уродливых, но наследственно стойких форм отобрать жизнеспособные и упрочить их существование тщательным отбором. И я верю, что нам уже недалеко ждать того времени, когда человек властной волею будет создавать новые жизненные формы. Это самая существенная задача экспериментальной биологии, которую она уже теперь может ставить перед собою, не откладывая в далекое будущее».

Он направил поиски и в сторону химического мутагенеза, в вскоре химические му-

тации были открыты у него в институте В. С. Сахаровым и в Ленинграде М. Е. Лобашовым. В дальнейшем метод химического мутагенеза был разработан И. А. Рапопортом, поставлен на службу сельскому хозяйству. Задолго до того, как получение экспериментальных полиплоидов стало превращаться в новый метод селекции, Кольцов призывал к созданию новых, полиплоидных форм.

Всемерно развивая исследования по общей генетике, Н. К. Кольцов ясно отдавал себе отчет, что именно генетика имеет величайшее значение и для медицины и для сельского хозяйства.

Под его руководством начинается ряд работ по генетике не только лабораторных, но и сельскохозяйственных животных — кур, кроликов, овец, крупного рогатого скота, мулов, гибридов одно- и двугорбого верблюдов, искусственно разводимых рыб, шелкопряда и других.

По его идее с целью искусственной регуляции пола животных ставятся опыты по разделению методом электрофореза X- и У-спермиев. Сам Кольцов начинает интереснейшие исследования по искусственному побуждению к развитию неоплодотворенных яиц шелковичного червя (так называемому искусственному партеногенезу).

Несмотря на то, что сам он зоолог, Кольцов горячо пропагандирует применение только что открытого тогда метода получения полиплоидных растений посредством действия алкалоида-колхицина, стимулируя здесь работы не только с сельскохозяйственными (вика, гречиха), но и с важными для здравоохранения лекарственными растениями (рицинусом, пиретрумом, опийным маком и др.). В этой области Н. К. Кольцов и сам делает интереснейшее исследование, изложенное в далеко смотрящей вперед статье «О возможности планомерного создания новых генотипов путем карнокластических воздействий» (1938).

В двадцатые годы, в период, когда в связи с бурным прогрессом медицины и общего подъема культуры стало очевидным резкое падение роли отбора в человеческом обществе, многих ученых охватило чувство опасности биологического «вырождения» человека. В это время весь мир обуяли идеи биологического облагораживания человеческого рода. Отдал им дань и Н. К. Кольцов.

Евгенические идеи Н. К. Кольцова носили яркую гуманистическую окраску, однако в них было немало спорного. В кратком популярном очерке об этих спорных проблемах говорить невозможно; более полное освещение этой стороны деятельности Н. К. Кольцова читатель может найти в специальных статьях (Б. Л. Астауров. «Бюллетень Моск. общества испытателей природы» № 6, 1972 г.; П. Ф. Рокицкий. «Вопросы философии» № 7, 1972 г.).

Бесспорна, однако, великая заслуга и пионерская роль Кольцова в нашей стране в тех важнейших областях, которые теперь мы называем антропогенетикой и медицинской генетикой. В этом, собственно, и состояло конкретное воплощение его евгенических устремлений. Еще в 1922 году он предпринял широко известные исследования столь важного при переливаниях крови признака, как группы крови по ее способности к агглютинации. Об этих работах недавно вспомнил и высоко их оценил крупнейший авторитет медицинской генетики Курт Штерн.

Под руководством Н. К. Кольцова методом обследования семей велся анализ наследования ряда нормальных признаков (вроде цвета волос и глаз) и наследственных дефектов человека (глухонемоты, уродств, эндемического зоба), начали работать первые медико-генетические консультации, были осуществлены первые в СССР работы по изучению наследственности и изменчивости сложных признаков человека на однояйцевых близнецах.

Являясь в области общей генетики, цитогенетики и генетики животных бесспорно такой же крупной фигурой, какой в области генетики и селекции растений был Н. И. Вавилов, Н. К. Кольцов в середине 30-х годов оказался перед лицом нараставшей волны антигенетического догматизма и вместе с Н. И. Вавиловым принял на себя главную мощь ее тяжкого удара.

Здесь судьба еще раз, уже на склоне его дней, потребовала, чтобы он сделал выбор между отказом от своих научных убеждений и верностью своему жизненному девизу. Он выбрал путь борьбы против «ложной мудрости», не колеблясь, и, пожертвовав постом руководителя своего любимого института, ушел в тишину уединенной лаборатории.

Два последних года своей жизни он особенно много экспериментировал, спеша закончить четвертую часть своих знаменитых «Исследований о форме клетки», над которой он с перерывами работал в течение почти 20 лет. Внезапная болезнь застала Николая Константиновича за рукописью программной речи «Химия и морфология», которую он должен был прочесть в феврале 1941 года на юбилейном заседании старейшего Московского общества испытателей природы. Судя по всему, эта речь должна была дать широкую и оригинальную интерпретацию клеточных структур в их статике и динамике, на основе глубокого синтеза новейших открытий и представлений в области субмикроскопического строения органических веществ и собственных экспериментальных данных ученого. Но на торжественном заседании было прочтено лишь оборванное на полуфразе вступление и уже не самим автором.

Когда-то в своей радиолекции, прочитанной от имени Московского дома ученых, Кольцов обратился к молодежи со словами: «Вы, молодежь, вступая в жизнь, верьте в могущество науки и человека, дерзайте и вместе со мной провозгласите: «Слава дерзновенной науке!»

Верность дерзновенной науке, верность своему идеалу — «бессмертному солнцу ума» — он сам сохранил до последних своих дней.

Бюро Иностранной Научно-Технической Информации

СКОРОСТЬ СВЕТА — С НАИВЫСШЕЙ ТОЧНОСТЬЮ

Ученые из Национального бюро стандартов (США) заново измерили фундаментальную физическую постоянную — скорость света в вакууме. Она равна 299792,462 ± 0,018 км/сек. По сравнению со своими предшественниками экспериментаторы улучшили точность измерения более чем в пять раз.

«Скорость есть путь, деленный на время» — это привычное правило, применявшееся в первых экспериментах по определению скорости света, оказалось неудобным: скорость света слишком высока и для ее определения требуются слишком большие дистанции, которые трудно измерить с большой точностью, а иначе приходится измерять с высокой точностью слишком короткие промежутки времени.

Американские экспериментаторы пошли другим путем, исходя из иного соотношения: скорость света равна произведению длины световой волны на частоту света. Сначала была измерена длина волны монохроматического лазерного пучка. Затем независимо измерялась частота того же света (ошибка не превышает $5 \cdot 10^{-8}$).

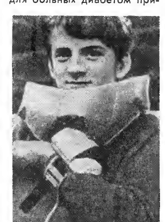
Непосредственное определение частоты видимого света, составляющей сотни миллионов мегагерц, произведено впервые в мировой практике.

В КРАТЕР ВУЛКАНА

Впервые ученые спустились в кратер высочайшего в мире действующего вулкана Котопахи, находящегося в Эквадоре. Это удалось совместной польско-чехословацкой экспедиции. Вертикальные стены кратера уходят вглубь на 360 метров, диаметр кратера—полкилометра. Во время пятичасового пребывания в кратере было собрано 10 килограммов геологических проб. Температура обильно выделявшихся вулканических газов достигала 80 градусов, но местами в кратере лежал вечный лед. В самой глубокой точке кратера были установлены флаги Польши и ЧССР.

СЛАДКИЙ БЕЛОК

Из ягод тропического растения диоскореофиллиум, растущего в Западной Африке, американские химики выделили чрезвычайно сладкое вещество, получившее название «монеллин». Сахар по сравнению с ним безвкусен: монеллин слаще сахара в 3 тысячи раз и почти в 6 раз слаще сахарина. Интересно, что монеллин — белок. Давно известно, что некоторые аминокислоты — строительные блоки белковых молекул — на вкус сладковаты, но что белок окажется чемпионом сладости, не ожидал никто. Возможно, монеллин найдет применение как вкусовое вещество для диабетиков. Сейчас в качестве заменителей сахара для больных диабетом применяются синтетические вещества — сахарин, ксилит, сорбит. Преимущество монеллина — его естественное происхождение.



МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ АНТИПРОТОНА

При всей важности наших знаний об антипротоне до сих пор непосредственно измерены были лишь две характеристики этой античастицы — заряд и масса.

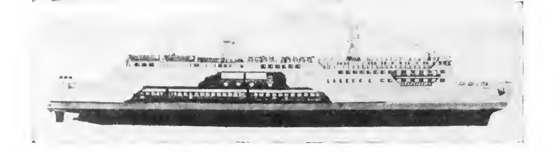
Недавно в Брукхэвене американским исследователям удалось определить магнитный момент антипротона.

Антипротоны останавливались в мишени из тяжелого вещества (свинца или урана) и захватывались на внешние орбиты атомов: возникали своеобразные «атомы», в которых роль электрона играл антипротон. Антипротоны переходили на орбиты с более низкой энергией, излучая гамма-квант, частота которого, как известно, зависит, в частности, от магнитного момента частицы.

Магнитный момент антипротона равен минус 2,83 ± 0,10 ядерных магнетона, то есть в пределах точности опыта отличается лишь знаком от магнитного момента протона (2,79 я. м.), как этого и требует существующая теория.

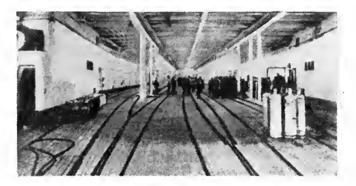
ПОМОЩЬ НА ВОДЕ

Традиционный пробковый круг — надежное средство для спасения утопающих, но нельзя же все время носить его с собой. Французские инженеры создали портативное устройство, названное «аквапомощь». Пловец надевает на руку браслет с маленькой коробочкой. В случае опасности достаточно нажать кнопку, и тут же вы сможете опереться на надутую подушку, которая способна удержать на воде взрослого человека. В браслет вмонтирован патрон со сжатым углекислым газом. Газ в течение двух секунд заполняет свернутую в рулончик подушку. Изготовленный из полипропилена патрон не боится коррозии и не может разбиться при ударе.



В ПОЕЗДЕ ПО МОРЮ

Кратчайший путь, соединяющий железнодорожную сеть стран Скандинавского полуострова с материком, проходит по Балтийскому морю, между портами Треллеборг (Швеция) и Засниц (ГДР). На этом участке длиной в 107 километров курсируют три шведских и три немецких железнодорожных парома. Они связывают прямым сообщением Стокгольм и Осло с Берлином и Дрезденом, а через них — с другими городами и странами Европы. В сентябре на традиционный маршрут вышел новый паром «Рюген», построенный в ГДР. Длина судна — 153 метра, общая длина рельсовых путей на нем — 480,5 метра (нижний снимок). «Рюген» берет на борт 2 700 тонн полезного груза: 42 железнодорожных вагона, 12 грузовиков с прицепами или 74 легковые машины, 1 468 пассажиров. Двигатели мощностью 20 тысяч лошадиных сил обеспечивают крейсерскую скорость 20 узлов. На «Рюгене» применена интересная новинка — двигатели парома установлены на особых амортизаторах, значительно снижающих вибрацию и шум. Таким устройством обладают пока лишь очень немногие суда. К услугам пассажиров комфортабельные салоны, кают-компания, кафетерий, столовая, солярии. Дорога из Засница в Треллеборг занимает около трех часов.



КВАРКИ СНОВА НЕ ОБНАРУЖЕНЫ

Уже давно ведутся поиски кварков — гипотетических частиц, заряд которых меньше электронного и составляет от него либо одну треть, либо две трети. Согласно гипотезе, из кварков состоят элементарные частицы.

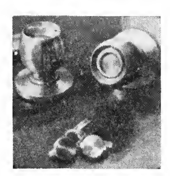
В 1971 году поиски кварков в области масс до пяти масс протона вели советские физики на только что запущенном Серпуховском ускорителе. Кварки не были обнаружены.

Новый эксперимент был недавно поставлен в Европейском центре ядерных исследований (Женева) на ускорителе встречных протон-протонных пучков. Среди объектов с массой до 25 масс протона, рождавшихся при столкновениях протонов, экспериментаторы не обнаружили ни одного кварка.

Этот эксперимент показал, что вероятность образования кварков по крайней мере в десять миллиардов раз ниже, чем вероятность рождения нейтронов, пи-мезонов и им подобных сильно взаимодействующих частиц.

СТЕКЛОАСФАЛЬТОБЕТОН

Каждый год в США в отходы идет около 10—20 миллионов тонн стекла — банок, бутылок, стаканов и т. п. Куда все это девать? Можно, конечно, пустить в переплавку, однако для этого нужно предварительно вручную рассортировать стекло, а потом тщательно промыть его. Сложно и трудоемко! В связи с этим специалисты стекольной промышленности предложили употребить стеклянные отходы вместо щебня и гравия для изготовления асфальтобетона. Так и появился новый дорожный материал, который назвали стеклоасфальтобетоном. В США и Канаде уже построено несколько опытных участков автомобильных дорог и улиц с покрытием из стеклоасфальтобетона. Опыт эксплуатации таких покрытий показал, что у них есть существенный недостаток — малое сцепление стекла с битумом. Оказалось, однако, что его можно преодолеть, добавляя в смесь различные присадки.



ЗАМОК БЕЗ СКВАЖИНЫ

В Японии начат выпуск магнитных замков — дверных, висячих и других. Ключ такого замка содержит набор небольших магнитов, расположенных в определенном порядке. В самом замке находятся магнитики в виде свободно вращающихся стрелок. Если приложить ключ к замку, стрелки выстроятся определенным образом, освободят защелку, и замок откроется. Если магнитики расположены по кругу, ключ имеет вид небольшой таблетки. Возможность открыть магнитный замок отмычкой, то есть изготовить ключ, не зная его кода, практически совершенно исключена. Ведь существует огромное множество комбинаций расположения спрятанных в ключе магнитов. Магнитный замок имеет еще одно преимущество — он закрывает «наглухо». Не остается никакой щели, соединяющей механизм замка с внешним миром: ведь замочной скважины нет.

ОДЕЯЛО ИЗ ШАРИКОВ

Чтобы расходовать меньше энергии на подогрев воды в плавательном бассейне, одна западногерманская фирма предложила защищать воду от охлаждения слоем легких пластмассовых шариков. Они совершенно не мешают движениям пловцов. Для небольшого бассейна — площадью 45 квадратных метров — требуется около 58 тысяч шариков.

ФТОРИРОВАНИЕ ВОДЫ В ЧЕХОСЛОВАКИИ

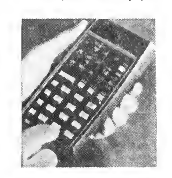
Известно, что фторирование питьевой воды — один из самых простых и эффективных способов профилактики кариеса зубов. Ученые имели возможность не раз в этом убедиться на примере городов с естественно высоким содержанием фтора в питьевой воде, в частности в северо-западной Чехии. Там велись наблюдения за состоянием зубов и общим состоянием здоровья у детей и взрослых. Было обнаружено, что заболеваемость кариесом у детей от 6 до 14 лет здесь снижена почти на 70 процентов. У взрослых, живущих в этих местах с рождения, больше половины зубов свои.

Фторирование питьевой воды, начавшееся в ЧССР 12 лет назад, проводится сейчас уже в 28 городах.

Однако для фторирования воды нужны определенные условия. Если в городе такой возможности нет, то обработку воды можно заменить употреблением фторированных таблеток, предназначенных в основном для детей. Стоматологи рекомендуют также чистить зубы специальной пастой, содержащей фтор,— это относится и к жителям городов, где водопроводная вода обогащается фтором.

СОПЕРНИК ЭВМ

Этот электронный арифмометр, свободно умещающийся на ладони, выпущен европейским филиалом американской фирмы



«Хьюлетт-Паккард». В отличие от известных моделей электронных арифмометров этот аппарат не только выполняет четыре основных арифметических действия, но и возводит в степень как целые числа, так и дроби, извлекает квадратные корни, знает тригонометрические функции и таблицу логарифмов. Достаточно нажать на соответствующую кнопку, как результат сразу же появится на крошечном табло. Арифмометр оперирут с числами, одолеть которые могут лишь крупные счетные машины, например, ему доступно умножение от 1×10^{-99} до $9{,}999999999 \times 10^{99}$.



МИРМЕКАЦИН — ГЕРБИЦИД ИЗ НАСЕКОМЫХ

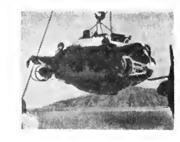
Исследователи, изучавшие сообщества южноамериканских муравьев, не могли до сих пор ответить на некоторые вопросы: каким образом, например, муравьям-листорезам вида Атта сексденс удается предохранить свою «грибную плантацию», где они разводят для себя съедобные грибы, от заражения другими грибами и бактериями. И еще одна загадка: как муравьи-жнецы, питающиеся семенами различных трав, сохраняют зти семена в своих «амбарах», не давая им прорасти.

Профессор Шильдкнехт из Гейдельбергского университета (ГДР), пользуясь сочетанием хроматографических методов, сумел выделить из метаторакальных желез муравьев-листорезов наряду с уже известными веществами (фенилуксусной и бета-индолилуксусной кислотами) еще три вещества, структуру которых ему удалось определить с помощью масс-спектрометрии. Это оказались кислоты: бета-гидроксинананкарбо н о в а я (мирмекацин), бета-гидроксигептан-карбоновая и бета-гидроксипентанк а р б о н о-вая. Эти вещества оказались зффективными гербицидами. Именно с их помощью муравьи-листорезы поддерживают чистоту на саоих грибных плантациях, а муравьи-жнецы препятствуют прорастанию семян.

Другие вещества, например, бета-индолилуксусную кислоту, муравьи используют для стимуляции роста мицелия своих домашних грибов.

БЛЮДЦЕ-ИНСПЕКТОР

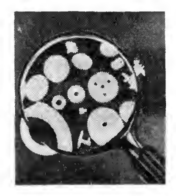
Широко известны подводные зкспедиции капитана Кусто на оригинальном



автономном аппарате «плавающее блюдце». Последние работы, проведенные с помощью подводной лаборатории, возможно, менее романтичны, но гораздо более практичны. «Плавающее блюдце» было использовано для проверки состояния подводной части плотины Сер-Понсон. На борту подводной лаборатории были установлены две телевизионные камеры, магнитный дефектоскоп и фотоаппарат, делающий без перезарядки 200 кадров.

ЧАСЫ ИЗ ДЕЛЬРИНА

Часы «Ультра», выпускаемые одной французской фирмой и предназначенные для установки в автомобилях, выполнены в основном из пластмассы. Дельрин —



так называется зтот вид пластмассы — отличается высокой прочностью и выдерживает температуру от минус 30° до плюс 90°С. Так как детали из дельрина обладают злектроизолирующими свойствами, конструкторам удалось значительно упростить злектрическую схему часов, которые работают от аккумуляторной батареи автомобиля напряжением 12 вольт. На снимке показаны детали часов, выполненные из пластмассы.

ЗАПОМИНАЕТ БЫСТРЕЕ

На Лейпцигской ярмарке была показана новая модель запоминающего устройства, созданная в ГДР для работы с советской ЭВМ «Минск-32».

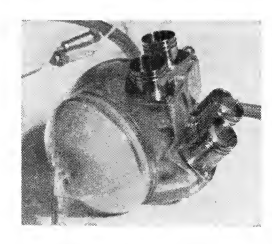
Скорость движения магнитной ленты, на которой ведется запись информации, повышена с полутора до двух метров в секунду, благодаря чему вместо 48 тысяч импульсов в секунду удается записать или воспроизвести 64 тысячи. Конструкция устройства обеспечивает полную взаимозаменяемость с советским накопителем на магнитной ленте, работающим обычно с «Минском-32».

Новое устройство разработано и выпускается всемирно известным предприятием «Карл Цейс».

ОТЧЕГО ТРЕЩАТ ПАЛЬЦЫ!

Привычка в минуты волнения трещать пальцами довольно широко распространена в наш нервный век. Но, как ни странно, до сих пор не было известно, отчего возникает хрустящий звук при растягивании суставов фаланги. Одни анатомы считали, что зто щелкают кости, другие говорили, что звук вызывается растяжением связок суставов. Английские исследователи, заинтересовавшиеся зтой маленькой загадкой человеческого тела, сконструировали специальный аппарат, тянущий за пальцы с определенной силой и скоростью. Лаборатория напоминала средневековую камеру пыток, но все 17 добровольцев-испытуемых в один голос заявляют, что опыты были совершенно безболезненными. Одновременно делались рентгеновские снимки суставов.

Оказывается, при растягивании сустава увеличивается объем суставной сумки, давление в ней соответственно падает, и жидкая «смазка», содержащаяся в каждом суставе, как бы закипает. В зтой вязкой жидкости появляются мельчайшие пузырьки газа. При дальнейшем растяжении давление падает еще сильнее, и пузырьки с треском лопаются. Но выйти газу некуда, сустав плотно изолирован. Когда кости возвращаются в нормальное положение, газ постепенно поглощается жидкостью. Это происходит в течение примерно пятнадцати минут. Сустав должен отдохнуть перед следующим «залпом».



НА ПУТИ К ПРОТЕЗУ СЕРДЦА

На одной из последних экспозиций ВДНХ можно было увидеть экспонат с интригующим, прямо скажем, названием — «Протез сердца». Искусственное сердце из прозрачной пластмассы и металла напоминало наше естественное своими размерами и формой. И еще тем, что оно «жило», ритмично пульсировало, перекачивая красноватую жидкость по «кровеносным сосудам» испытательного стенда.

Присмотревшись, можно было разглядеть основные детали протеза: два чашеобразных прозрачных резервуара, прозрачный корпус с четырьмя блестящими металлическими патрубнами, на которые надеты четыре гибких гофрированных шланга — две «артерии» и две «вены». Каждый из чашеобразных резервуаров — это главные детали протеза, его насосы, «желудочки» — внутри разделен эластичной перегородкой — диафрагмой. По одну сторону диафрагмы — жидкость, по другую — воздух. Под действием импульсов сжатого и разреженного воздуха, который подводится к протезу по тонким гибким трубкам, диафрагма перемещается от одной стенки желудочка к другой, втягивая и выталкивая из него жидкость. Рисунки, поясняющие принцип работы искусственного сердца, приведены на развороте цветной вкладки.

Протез сердца несколько месяцев работал на стенде выставки, неизменно привлекал внимание посетителей. Корреспондент «Науки и жизни» обратился к руководителю разработки М. А. Локшину с просьбой рассказать о назначении протеза, перспективах его применения и совершенствования. Вот краткая запись беседы.

— Несколько слов, пожалуйста, о создателях искусственного сердца...

— Экспонируемый протез и стенд для его исследований и испытаний разработаны нами в тесном содружестве с группой медиков под общим тематическим руководством лауреата Государственной премии профессора В. И. Шуманова, руководителя отделения трансплантации и искусственных органов Научно-исследовательского института клинической и экспериментальной хирургии. В числе разработчиков и создателей первых образцов протеза кандидат медицинских наук Э. Б. Могилевский, инженеры В. В. Власов, В. А. Бурынин, высококвалифицированные рабочие В. Г. Выборнов, Л. С. Иванов, Ю. М. Лякишев, А. Н. Новиков.

— Какие задачи ставились при разработке протеза? Каково его назначение?

— Задача, которую поставили перед нами медики,— разработка искусственного сердца, способного заменить на 10—12 суток остановившееся — именно остановившееся! — сердце пациента, ожидающего операцию пересадки. Только так, по-видимому, может быть решена связанная с этими операциями сложная морально-этическая проблема, и сам собой отпадет вопрос, сопровождающий каждую неудачную операцию: «А сколько мог бы прожить человек со своим, пусть даже безнадежно больным сердцем?» Техническое задание требовало, чтобы протез можно было разместить на месте удаленного, погибшего сердца и что бы он как можно проще соединялся с внешним источником энергии.

— Что определило заданный срок — 10—12 суток?

— По мнению специалистов, за этот период может быть подобрано донорское сердце с характеристиками, наиболее подходящими для конкретного больного.

— А почему нельзя для той же цели использовать уже существующие АИК — аппараты искусственного кровообращения,— широко применяемые в хирургической практике?

— Существующие АИК могут поддержать жизнь в организме в течение лишь нескольких часов, в основном из-за значительной травмы крови в оксигенаторе — «искусственном легком». При подключении же искусственного сердца оксигенация — насыщение крови кислородом — происходит в легких пациента.

— С какими проблемами приходится сталкиваться при разработке протезов сердца? Как решаются и как решены эти проблемы?

— Первая проблема — это создание самого насоса — искусственных желудочков,— близкого по форме и весу к естественному сердцу, с удобными для подсоединения сосудов «входами» и «выходами». Нами создано несколько разных по принципу действия моделей желудочков. Последние модели можно считать удачными, хотя и для них уже наметились пути совершенствования.

Другая проблема — клапаны. К сожалению, существующие протезы сердечного клапана для искусственного сердца непригодны: они оказывают слишком большое сопротивление прямому потоку крови. Было разработано и испытано несколько разных типов клапанов, лучшим оказался трехстворчатый клапан из силиконовой резины. Сейчас мы работаем над управляемым клапаном — его будет открывать не сам поток крови, а внешний управляющий сигнал. Сопротивление такого клапана будет близко к нулю, как и у клапанов нашего сердца.

Серьезная проблема — управление протезом. Пока мы используем простейшую систему управления. На диафрагме расположен миниатюрный магнит, а на стенке желудочка — магнитоуправляемый контакт, который замыкается под действием магнитного поля. Так появляется сигнал, который говорит о том, что диафрагма находится в конечном положении. Этот сигнал

после несложных преобразований поступает на пневмопривод — устройство, создающее необходимое давление и разрежение воздуха в желудочке. Ведется работа над более совершенной системой управления, которая будет изменять режим работы искусственного сердца в зависимости от ряда показателей состояния организма.

Важная для разработчиков проблема — испытание образца и отдельных его узлов. Мы выбрали, если можно так сказать, «бескровный» метод испытаний — нельзя же каждую новую идею, новый вариант какого-либо узла проверять на подопытных животных! Нами был создан гидродинамический стенд, имитирующий кровеносную систему, то есть нагрузку, на которую работает сердце. Причем на стенде можно имитировать изменение многих важных параметров кровеносной системы, таких, например, как упругость аорты, сопротивление капилляров, «верхнее» и «нижнее» артериальное давление. И, конечно же, стенд позволяет в широких пределах менять режим работы самого искусственного сердца.

Одна из самых важных проблем — проблема материалов. Решение ее еще впереди, хотя уже сейчас совместными усилиями медиков, химиков, технологов получено много интересных материалов, позволивших получить первые положительные результаты в экспериментах с протезами сердца.

— Как вы оцениваете результаты и перспективы работ?

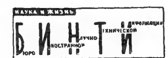
— На испытательных стендах созданные нами образцы работают месяцами. Окончательную проверку искусственные сердца проходят в экспериментах на животных, проводимых группой профессора В. И. Шумакова. Недостатки конструкции, выявленные в процессе эксперимента, устраняются на последующих образцах. В последних экспериментах получены обнадеживающие результаты — период выживания животных непрерывно увеличивается и сейчас превышает сутки. Мы надеемся, что в ближайшее время будет достигнут заданный период выживания — 10—12 суток.

Кстати, на пути решения поставленной перед нами основной задачи получены некоторые «побочные» результаты, представляющие, по мнению медиков, практический интерес. Так, например, разработанные искусственные желудочки уже применяются при некоторых хирургических операциях для того, чтобы снять часть нагрузки с сердца больного. В эксперименте на животных показана целесообразность применения этих желудочков для разгрузки сердца, пораженного инфарктом.

— В широкой печати периодически появляются сообщения о работах по созданию протеза, который полностью вместе с источником энергии будет вживляться в организм и на длительный срок заменит вышедшее из строя живое сердце. Можно ли разработанный вами протез рассматривать как составную часть такого искусственного сердца?

— Создание надежного искусственного сердца, которое могло бы в течение многих лет поддерживать жизнь в организме,— задача сложная, многоэтапная. Это, по сути дела, комплекс задач технических, биологических, медицинских. Не стоит, по-видимому, питать себя иллюзиями, что все они могут быть решены легко и очень быстро. То, над чем работает наш коллектив,— это, разумеется, значительно более скромная проблема, имеющая свое самостоятельное значение. Но полученные при ее решении результаты наверняка продвинут и решение проблемы долговременного, полностью имплантируемого протеза сердца, о котором, кстати говоря, мы тоже думаем.

Беседу вел Р. СВОРЕНЬ,
специальный корреспондент
«Науки и жизни».



МЕХАНИЧЕСКОЕ СЕРДЦЕ НА ПЛУТОНИЕВОМ ДВИГАТЕЛЕ

Десятки причин и прежде всего тканевая несовместимость, видимо, еще надолго отодвинут момент, когда на пересадку сердца перестанут смотреть как на рискованный эксперимент. Между тем совершенствование приборов, регулирующих сердечный ритм, и техника, создающая насосы для искусственного кровообращения, сделали решительный шаг вперед.

Сейчас речь идет о том, чтобы в человеколюбивых целях, воспользовавшись энергией, которая освобождается при распаде атомов плутония, применить ее как источник силы, способной заменить мускулатуру больного, изношенного сердца.

Те приборы, которые используются в последние годы для вырабатывания электрических импульсов, задающих ритм больному сердцу, когда оно из-за болезни перестает подчиняться импульсам от мозга, могут быть введены внутрь организма примерно на два года. Кончается запас энергии в батареях, питающих прибор, и больному надо снова ложиться на операционный стол для замены источников тока.

Некоторого успеха в этой области удалось добиться доктору Герману Функе из Боннского университета. Он создал датчик импульсов, действующий от литиевой батареи и снабженный электронным регулятором. Этот регулятор позволяет подавать от батарей питание не непрерывно, а только в соответствии с потребностями сердца, то есть в момент дачи импульса. Благодаря этому экономному потреблению тока обладатель датчика импульсов, как полагают боннские хирурги, сможет менять их не через два года, а через пять лет.

Однако наиболее заманчивым источником энергии представляется в данной ситуации атомный элемент.

Двигатель для механического сердца, работающий на атомной энергии.



И вот теперь вместо обычных батарей химического действия предлагаются батареи, действующие на основе атомной энергии. Срок их действия — по меньшей мере десять лет. Первые трудности на пути к атомному датчику импульсов удалось преодолеть ученым США.

В 1969 году датчик сердечных импульсов, приводимый в действие атомиым элементом, был «вмонтирован» в собаку. Батарея питания содержала 150 миллиграммов плутония и была чуть меньше коробки для сигарет. Спустя два года подобный датчик был введен учеными из парижского госпиталя Бруссе в организм пятидесятилетней женщины.

Естественно, что у каждого узнающего об зтих операциях возникает вопрос о радиоактивном излучении. Ученые, работающие в зтой области, считают, что количество лучей, испускаемых такого рода генератором энергии, очень мало. Доза, получаемая организмом от такого злемента в течение года, соответствует той порции облучения, которую получает человек от одного рентгеновского фотографирования внутренних органов.

Второй шаг на пути к искусственному сердцу — механическое компактное двухкамерное сердце, которое приводится в действие небольшим двигателем, использующим атомную энергию. По поводу зтого успеха конструкторов и медиков один из специалистов в области сердечных заболеваний сказал на седьмом международном конгрессе хирургов в Гамбурге, что уже не более чем через десять лет миниатюрные ядерные двигатели смогут приводить в движение насосы, сделанные из зластичной синтетики и заменяющиé изношенные сердца.

Более пяти часов такое искусственное сердце с атомным двигателем, вмоитированное в тело молодого теленка, перекачивало кровь животного. Затем эксперимент в соответствии с заранее составленным планом был приостановлен.



Механическое сердце. Оно более пяти часов работало в теле теленка.

Опыт был проведен в Гарвардском университете, где рядом с медиками из американского национального института здоровья работали их постоянные коллеги по исследованию — ученые в области атомной энергии. Они сконструировали атомный привод, который работал в теле теленка. Перед тем зтот ядерный двигатель в течение пяти тысяч часов испытывался на лабораторном стенде.

Экспериментальное искусственное сердце (были подготовлены четыре варианта конструкции) полиостью отвечает всем основным требованиям, которые предъявили к нему хирурги. Его объем, правда, несколько больше настоящего сердца, имеющего, как известно, размеры кулака хозяина, примерно в два раза больше и его вес. Но зато мощность искусственного насоса превосходит мощность живого сердца.

Искусственное сердце снабжено микроскопическим решающим устройством, которое позволяет рукотворному органу реагировать на меняющиеся потребности в крови при разных нагрузках организма пациеита. В частиости, искусственное сердце отвечает на изменения объема периферических кровеносных сосудов.

Пять лет длились работы по созданию двигателя для искусствеиного сердца. Источником энергии ученые выбрали тепло, выделяемое при распаде плутония. Любопытно, что использование тепла идет по традиционному и даже архаическому образцу: двигателем искусственного сердца служит миниатюрная паровая машина. Небольшой паровой котел содержит в своей «топке» 50 граммов плутония. Вода и пар постоянно находятся в замкнутой системе. В сегодняшнем состоянии зтот паровой двигатель имеет следующие размеры: диаметр — 8 сантиметров, длина — 20 саитиметров. Но есть надежда, что двигатель для механического сердца уже довольно скоро может быть уменьшен до размеров крупной электрической лампочки. Тогда его можно будет разместить во внутренней части человеческого тела. Тем не менее говорить о какомлибо применении этого искусственного сердца за пределвми лаборатории можно будет не ранее конца семидесятых годов. Таково мнение ученых, решающих зту проблему.

Миниатюризация деталей и узлов системы — далеко не единственная задача, которую следует решить на пути из лаборатории в клинику. Может быть, более сложной окажется борьба с опасиостью, что кровь, протекающая через камеры и клапаны из искусственного синтетического материала, может быть повреждена их химическим действием, отчего в ней появятся опасные сгустки.

Однако ученые считают, что и эти трудности удастся преодолеть. Они связывают свои надежды с новым, специально для этих целей созданным пластиком. На опытах с животиыми было установлено, что сосуды, сделанные из такого пластика, покрываются изнутри составом, выделяемым из крови. Он изолирует кровь от прямых контактов с чужеродным материалом.

Перевод с немецкого
Г. НИКОЛАЕВА.

ЗАГАДКА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ

Доктор технических наук **А. СИЛИН.**

«Круглое — кати», — гласит народная мудрость. И действительно, всякий знает, что катить круглое тело, особенно по ровной поверхности, куда легче, чем волочить или, скажем, тащить на себе.

Трудно сказать, когда впервые человек стал сознательно использовать эффект качения. Можно лишь предполагать, что это открытие по крайней мере столь же старо, сколь и изобретение рычага, и нисходит, по-видимому, к эпохе кроманьонцев. Вероятно, при строительстве жилищ обнаружилось, как легко и удобно перекатывать камни и бревна,— это и были, по-видимому, первые и наиболее примитивные способы практического использования качения.

К разнообразным применениям эффекта качения человек пришел не сразу. Важнейшие вехи на этом пути отстоят друг от друга на целые тысячелетия: применение катков для перемещения особенно тяжелых предметов (каменных глыб, гигантских статуй), затем — изобретение колеса. Вероятно, на колесных повозках в Шумере ездили уже в 35-м веке до н. э., а в Северной Сирии, быть может, и того раньше. К 30-му веку до н. э. колесницы были широко распространены в Месопотамии, Эламе и Сирии. К 25-му веку до н. э. они достигли берегов Инда. В Египте, напротив, очень длительное время они оставались неизвестными. Древние майя не знали колеса, однако использовали деревянные катки для доставки из каменоломен многотонных каменных глыб, шедших на строительство святилищ.

Следующая крупная веха — шарикоподшипник, изобретенный гениальным Леонардо да Винчи примерно в 1520 году, то есть почти за четыреста лет до его широкого практического применения — сначала в машино-, а затем и в приборостроении.

В наше время сухопутный транспорт по-прежнему остается преимущественно колесным. Подшипники качения выпускаются в широчайшем ассортименте и находят применение в самых различных технических устройствах, начиная от гигантских гидротурбин и кончая изделиями ширпотреба. А разнообразные игры с мячом и шарами! Ведь их красота и увлекательность во многом построены на эффекте качения.

Использовать качение в технике и быту сейчас настолько привычно, что мало кто из неспециалистов задумывается о природе этого удивительного и во многом таинственного явления. «Помилуйте, что же здесь удивительного и тем более таинственного? — раздраженно заметит какой-нибудь скептик, играющий в пинг-понг и разъезжающий если не на личном, то на общественном транспорте.— Всякому инженеру известно, что потери на качение примерно в сто раз меньше, чем, например, при сухом трении скольжения».

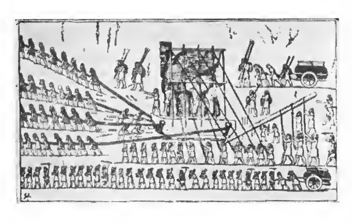
Нетрудно видеть, что подобное замечание является лишь констатацией факта и не продвигает нас ни на шаг в понимании самой природы явления. Действительно, а почему же все-таки катить круглое тело примерно в сто раз легче, чем волочить его по той же дороге?!

Сразу скажем, что история этого вопроса насчитывает не одну сотню лет. Больше того, достаточно полного и общепризнанного ответа на поставленный вопрос не имеется до сих пор.

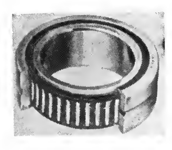
Существует и второй значительно более молодой, но не менее интересный и часто задаваемый вопрос: почему, несмотря на явные преимущества, качение почти не использует природа при «конструировании» живых существ путем естественного отбора?

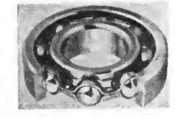
При постановке этого вопроса обычно ссылаются на то, что у животных и насекомых отсутствуют какие-либо двигательные органы, хотя бы отдаленно напоминающие колесо. При этом молчаливо предполагается, что качение может быть реализовано только круглыми телами. Но так ли это? Возьмем колесо со множеством спиц и отбросим обод. Легко убедиться, что получившееся звездообразное тело может катиться не хуже обычного колеса. При этом сразу всплывает в памяти выражение «ходить колесом». Действительно, аналогия с катящейся «звездой» полная. Вся разница в том, что у кувыркающегося акробата всего четыре «спицы»: две руки и две ноги. Но позвольте, позвольте! А чем, собственно, отличается «хождение колесом» от обычного хождения?! Ответ достаточно неожидан: да в принципе ничем. Правда, при хождении человек и животные немного сгибают ноги, вызывая тем самым дополнительные потери на вертикальные перемещения своего центра тяжести, чего нет при обычном качении. Однако при наиболее экономичном, спортивном стиле ходьбы ноги спортсмена почти не сгибаются.

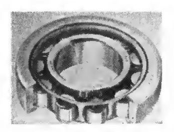
А хождение на ходулях и вовсе не что иное, как ки-



Катии для перемещения тяжелых иаменных глыб и статуй применялись еще в Древией Ассирии (вверху). Винзу — современные подшнпиикн качеиня: нгольчатый, шариковый и ролнковый.







нематическая копия катящейся «звезды». Вся разница лишь в том, что при хождеиии «спицы», то бишь ноги, не закреплены жестко во втулке, а имеют возможность перемещаться относительно друг друга на определенный угол. В итоге мы приходим к важному выводу, что качение может быть реализовано не только круглыми телами, но и с помощью специальных устройств произвольной формы, содержащих опоры («ноги»), которые могут перемещаться друг относительно друга в определенной последовательности. Продолжая указанную аналогию, можно показать, что число «ног» может быть как угодио велико, иными словами, движение сороиоиожки является качеиием в той же, если не в большей мере, что и движение пешехода. Больше того, к качению с известными оговорками можно отнести также различные типы передвижения, наблюдаемые у червей, змей и других пресмыиающихся.

Отсюда следует, что качение или, точнее, очеиь похожие на него способы передвижения вопреки сложившемуся мнению широко распространены в живой природе. Но здесь сразу возникают новые вопросы: а что же в таком случае является характерным, общим признаком качения? На каком основаиии отождествляются такие столь виешне непохожие явления, как качеиие шара, движение пешехода и переползание змеи? И, наконец, не является ли качение в узком, обычном смысле зтого слова лишь частным случаем иакого-то более общего типа перемещения одного твердого тела по поверхиости другого?

Обратимся к рисунку на цветной вкладке. Схема «а» изображает скольжение цилиндра, а схема «б» — качение такого же цилиндра по горизонтальной плоскости некоего контртела. В обоих случаях цилиндры вдавливаются в контртело, то есть деформируют его в равной степени, обусловленной одинаковой нагрузкой.

Деформирование идеально упругих тел не сопровождается, как известно, рассеянием энергии и поэтому не может быть причииой трения. Однако упругость реальных материалов обычно далеко не идеальна. Поэтому практически всяиое их деформирование сопровождается переходом части механичесиой знергии в тепло. Тщательное исследование, выполнениое сравнительно недавно группой английсиих ученых, показало, что необратимые потери знергии при деформировании таких материалов, как дерево и резина, отличающихся несовершенной упругостью, зквиваленты работе, которую приходится затрачивать при качении круглых тел по поверхностям из тех же материалов.

Но иак же объяснить описанный выше простой опыт с цилиндром? Здесь условия деформирования и, следовательно, затраты энергии на него одинаковы при скольжеиии и качении. А потери на трение, как мы знаем, в первом случае в десятки, если не в сотии раз больше. Ответа на зтот вопрос теория английских ученых не дает.

Исследования, проводимые в лаборатории автора во Всесоюзном научио-исследовательсиом иниституте оптико-физических измерений, позволили сформулировать новые представления о природе трения качения.

Отметим прежде всего, что причины потерь на трение твердых тел далеио не исчерпываются их взаимным внедрением и деформированием. В подавляющем большиистве случаев существенно более важным оказывается так называемое адгезионное взаимодействие: контактирующие тела склонны к слипанию. Указанная тенденция обуслов-

лена весьма общими физическими причинами и поэтому в той или иной степени характерна для всех без исключения твердых тел.

Природа адгезионных связей обусловлена спецификой тонкой структуры контактирующих тел и всякого рода поверхностными эффектами. Не вдаваясь в детальное рассмотрение теории адгезии, отметим здесь одно из обязательных условий образования адгезионной связи: контактирующие точки должны сблизиться на величину порядка атомного радиуса, что составляет около 10^{-7} см и соответствует характерному размеру элементарной ячейки кристаллической решетки твердого тела. Нарушение этого условия практически означает разрыв адгезионной связи.

Всякое трение в конечном итоге характеризуется непрерывным образованием и разрывом, или, как принято говорить, обменом адгезионных связей в результате относительного перемещения трущихся тел. Превращение механической энергии в тепло при трении (диссипация энергии) отражает необратимость такого обмена. Указанная необратимость, в свою очередь, обусловлена неоднородностью макро- и микроструктуры трущихся тел, то есть наличием на их поверхности трещин, неровностей и других дефектов.

Спрашивается: не объясняется ли разница между трением скольжения и трением качения различиями в характере и интенсивности обмена адгезионных связей? Для ответа на этот вопрос рассмотрим рисунки «в» и «г» на цветной вкладке, где цилиндрическое тело в одном случае равномерно скользит, а в другом катится по горизонтальной плоскости. В обоих случаях адгезионный контакт осуществляется в зоне длиной 2а, соответствующей сближению тел на величину атомного радиуса.

При скольжении элементарному горизонтальному перемещению в плоскости контакта на величину атомного радиуса соответствует разрыв всех адгезионных связей в зоне адгезионного контакта с одновременным образованием такого же числа новых связей. Иными словами, происходит полный обмен связей. В итоге очевидно, что расход энергии при скольжении должен быть пропорционален, во-первых, длине зоны контакта, а во-вторых, некоторой мере рассеяния энергии при обмене связи путем «среза».

Обратимся теперь к качению. Пусть центр цилиндра перемещается на ту же величину; при этом цилиндр одновременно поворачивается на некоторый угол. Нетрудно заметить, что обмен адгезионных связей произойдет лишь на краях зоны контакта. Ведь только там перемещения достигнут или превысят критическую величину атомного радиуса.

Очень важно то, что во втором случае по сравнению с первым изменится не только интенсивность, но и сам характер обмена. Теперь связи рвутся и формируются заново уже в результате нормальных перемещений, то есть перпендикулярных к плоскости контакта. Мера рассеяния энергии при таком способе обмена связей иная, в итоге иным будет и пропорциональный ей расход энергии при качении.

Теперь мы можем сформулировать характерные признаки качения.

Первый из них состоит в том, что обмен адгезионных связей происходит лишь частично, что можно охарактеризовать некоторым коэффициентом обмена. Очевидно, он будет равен отношению атомного радиуса к длине зоны адгезионного контакта. Напомним, что при скольжении элементарному перемещению на величину атомного радиуса соответствует полный обмен адгезионных связей.

Вторым признаком качения служит то, что обмен адгезионных связей происходит в направлении, перпендикулярном плоскости контакта, а не параллельном ей, как при скольжении.

Короче говоря, качение есть такой вид трения, при котором коэффициент обмена адгезионных связей существенно меньше единицы, а сам обмен протекает в направлении, перпендикулярном плоскости контакта трущихся тел.

От качественных рассуждений перейдем к количественным оценкам. Ответим точными выкладками на вопрос: почему же все-таки потери на трение скольжения в десятки и сотни раз больше потерь при качении?

Оценим численно отношение потерь на трение при качении и скольжении в одинаковых условиях.

Как мы уже знаем, многократное различие таких потерь обусловлено, в частности, тем, что при качении происходит неполный обмен адгезионных связей, как при скольжении. Несложный чертеж (схема «д» на цветной вкладке) позволяет оценить коэффициент обмена связей квадратным корнем из отношения атомного радиуса к радиусу катящегося цилиндра. Характерная величина атомного радиуса — 10^{-7} см, и если радиус катящегося цилиндра измеряется хотя бы сантиметрами, то потери на трение качения должны быть в тысячи и десятки тысяч раз меньше потерь на трение скольжения. Итак, благодаря тому, что смена адгезионных связей происходит чрезвычайно медленно, качение резко превосходит по эффективности скольжение.

Резко, но не в тысячи и уж, во всяком случае, не в десятки тысяч раз, поправляют нас данные опыта.

В чем же ошибка? В том, что, сравнив обмен адгезионных связей при качении и скольжении, мы забыли сравнить характер обмена. Потери энергии при нормальном (в направлении, перпендикулярном плоскости контакта) разрыве адгезионных связей обычно в десятки, если не в сотни раз больше соответствующих потерь при их тангенциальном или «срезающем» разрушении.

Дело в том, что при нормальном разрыве необра-

тимо превращается в тепло почти вся энергия адгезионной связи. Это означает, что величина потерь близка к энергии самой связи. При тангенциальном разрыве существует значительная вероятность того, что полному разрыву связи будут предшествовать более или менее многочисленные перескоки ее по поверхности скольжения с преодолением малых по сравнению с энергией связи потенциальных барьеров. В результате величина потерь при тангенциальном разрушении в среднем может быть существенно меньше полной энергии связи. В итоге отношение потерь на трение при качении и скольжении по порядку величины должно находиться в пределах $10^{-3} \div \div 10^{-1}$, что и подтверждается опытом.

Можно показать, что указанными выше признаками качения обладают и другие кинематически значительно более сложные виды контактного взаимодействия твердых тел, определяемые в целом как процессы внешнего трения второго рода.

В частности, при хождении с помощью любого количества ног стопа отрывается от дороги в направлении, примерно перпендикулярном к плоскости дороги. При этом коэффициент обмена адгезионных связей всегда меньше единицы. Величина его уменьшается обратно пропорционально числу ног, достигая минимума у сороконожек и червей, двигательная система которых, по-видимому, чрезвычайно эффективна. Остается только удивляться конструкторскому гению природы, использовавшей подобный тип перемещения как основной способ передвижения живых существ по суше и создавшей при этом удивительно сложные и в то же время весьма надежные и экономичные системы.

Другое дело, что во всех практических случаях трение второго рода реализуется не в чистом виде и в той или иной степени сочетается со скольжением. Об этом свидетельствуют, в частности, подметки наших ботинок,— они изнашиваются обычно по краям, там, где проскальзывание при ходьбе максимально. Менее удачным примером служат шины автомобилей, износ которых, помимо проскальзывания при качении, в существенной мере связан с юзом при торможении. Очевидно также, что определенная энергия расходуется и на перемещение самих двигательных органов живых существ.

Однако качение в обычном понимании имеет и некоторые особые черты, позволяющие выделить его как предельный и наиболее простой случай внешнего трения второго рода, реализуемый только для круглых тел. Особым его признаком является постоянство коэффициента обмена связей, величина которого при качении мала по сравнению с единицей и однозначно определяется радиусом катящегося тела. Для различных видов хождения и ползания величина коэффициента может меняться в широких пределах в зависимости от геометрических и кинематических параметров движущегося тела, достигая в отдельных случаях значений, сравнимых с единицей.

Изложенные выше представления об адгезионной природе качения пока можно рассматривать лишь как гипотезу, проходящую тщательную экспериментальную проверку. Перед учеными все еще стоят серьезные технические трудности, связанные с реализацией чистого качения в достаточно стерильных условиях. При этом усилия и перемещения, обусловленные потерями на трение качения, настолько малы, что для надежного определения их требуется разработка специальных и очень тонких методов измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Лилли. **Люди, машины и история.** «Прогресс», М., 1970.

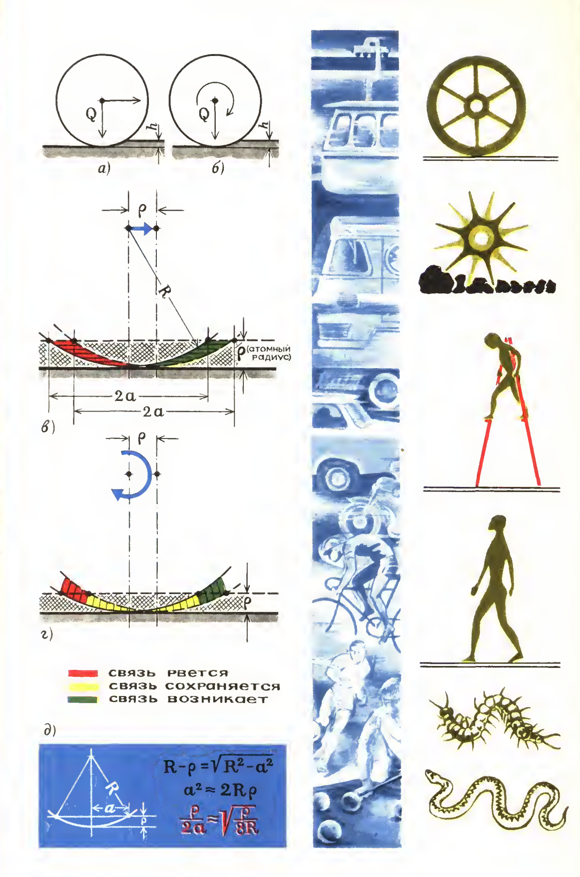
2. Ф. Боуден, Д. Тейбор. **Трение и смазка твердых тел.** Машгиз, 1968 г.

Эффект качения широко используется в технике и быту. Подшипники качения применяются в самых разнообразных технических устройствах, начиная от гигантских турбин и кончая изделиями ширпотреба. Сухопутный транспорт остается преимущественно колесным. А разнообразные игры с мячом и шарами! Их красота и увлекательность во многом построены на эффекте качения.

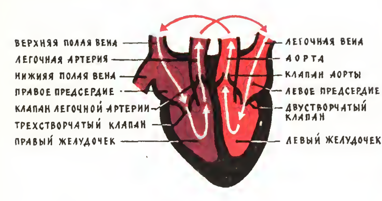
Слева вверху: неучет адгезионного взаимодействия приводит к явному противоречию с опытом — при равных условиях деформирования потери на трение скольжения и качения должны быть одинаковыми.

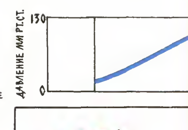
Справа: качение можно осуществить не только круглыми телами. Возьмем колесо со множеством спиц и отбросим обод. Легко убедиться, что получившееся звездообразное тело, напоминающее культиватор, может катиться не хуже обычного колеса. В принципе его движение ничем не отличается от обычного хождения. А хождение на ходулях — просто-напросто копия катящейся «звезды». Число ног не имеет значения — качением является и движение сороконожки. С известными оговорками к качению можно отнести движение червей и змей. Итак, вопреки сложившемуся мнению качение широко распространено в живой природе; формы его не просты, зато весьма надежны и экономичны.

Слева в середине: при скольжении обмен адгезионных связей происходит по всей зоне контакта, при качении — постепенно и только по краям зоны; большая часть связей при этом сохраняется. При скольжении связи как бы «срезаются», а при качении рвутся в направлении, перпендикулярном плоскости контакта.

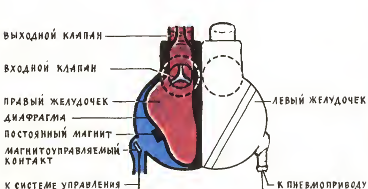


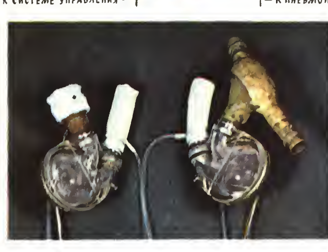
Q
h
а)
Q
h
б)
ρ
R
ρ(атомный радиус)
2a
2a
в)
ρ
ρ
г)
связь рвется
связь сохраняется
связь возникает
д)
R
a
ρ
$R-\rho=\sqrt{R^2-a^2}$
$a^2\approx 2R\rho$
$\frac{\rho}{2a}\approx\sqrt{\frac{\rho}{8R}}$









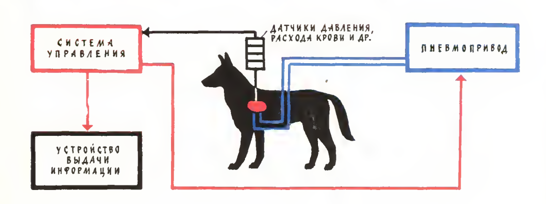


ПРОТЕЗ СЕРДЦА

(к статье на стр. 58)

Вверху слева: схематический разрез сердца и протеза сердца; вверху справа — график изменения давления на выходе левого желудочка; основные фазы работы сердца и протеза сердца.

Внизу слева: внешний вид левого и правого «желудочков» протеза сердца;

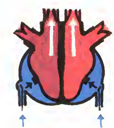


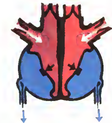






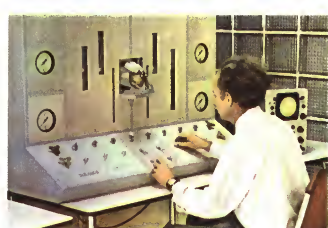


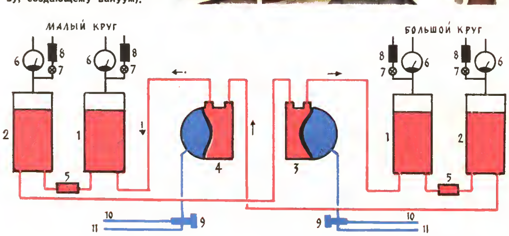




отрезки толстых шлангов имитируют вены и артерии. **Ниже** — блок-схема управления протезом.

Внизу справа: общий вид стенда для испытания протеза сердца и схема соединения его основных узлов (1 — имитаторы артериальных русел; 2 — имитаторы венозных русел; 3 — левый «желудочек»; 4 — правый «желудочек»; 5 — имитаторы капилляров; 6 — манометры; 7 — запорные краны; 8 — редукторы; 9 — пневматические клапаны с электрическим управлением; 10 — трубка, идущая к устройству, создающему повышенное давление; 11 — трубка, идущая к устройству, создающему вакуум).







Поэт, прозаик и публицист Николай Матвеевич Грибачев написал новую книгу. Эта книга для детей. Предлагаем нашим юным читателям несколько отрывков.

А ЭТО МЫ — заяц Коська, лиса Лариска, медведь Потап, еж Кирюха, волк Бакула и прочие

Николай ГРИБАЧЕВ.

СТАРЫЙ ЛОСЬ ОКОЛО СТОГА СЕНА

Истории эти рассказал старый Лось в брянских лесах. Большие это леса, красивые, много в них озер и речек. И самая главная река — веселая, быстрая и зеленая Десна. По ее берегу заяц Коська половину дня и всю ночь бежал, а ни начала, ни конца не видел.

Зверей и птиц в брянских лесах столько, что и не пересчитать: и медведи, и лоси, и олени, и зайцы, и волки, и лисы, и косули, и кабаны, и рыси, и еноты, и белки, и барсуки, и бобры, и выдры, и горностаи, и сороки, и горлинки, и синицы, и филины, и совы, и овсянки, и луни, и трясогузки, и удоды, и бекасы. А уж о соловьях, снегирях, воронах и воробьях даже говорить нечего — куда ни пойдешь, там и встретишь. Если бы всех зверей и птиц нарисовать, так и книжки не хватило бы!

Лось, который истории рассказывал, много-много лет на свете жил, старым уже стал. Подружился он с лесником, и тот ему на полянке стог сена поставил. Придет Лось к стогу, пожует сенца, задумается да и вспомнит какую-нибудь историю то про зайца Коську, то про лису Лариску, то про ежа Кирюху. Тут же на ветках нахохленная ворона Варька сидела, а чуть поодаль сорока Софка крутилась. «Врет, врет, врет!» — трещала сорока Софка, слушая рассказы старого Лося. «Правда, правда, правда!» — каркала ворона Варька.

Ну, сороке Софке я бы верить не стал: очень она болтливая. Так что Лось, наверное, правду говорил.

А если кто не верит, пусть в брянские леса съездит и на все своими глазами посмотрит.

ВОЛШЕБНЫЕ ОЧКИ

Гулял заяц Коська по лесу и очки нашел. Большие, с розовыми стеклами. Их одна девочка потеряла, когда землянику собирала.

Надел заяц Коська очки и очень удивился — все кругом сразу розовым стало: и дорога, и вода, и облако в небе. «Наверное, это волшебные очки,— подумал он.— Таких ни у кого в лесу нет. Теперь меня все бояться должны».

Сдвинул он кепку козырьком назад, голову повыше поднял, дальше пошел. А навстречу ему лиса Лариска. Глянула она и даже присела от удивления — что это за новый зверь такой объявился? По виду на зайца Коську похож, а глаза большие, как ко-

леса. И не боится он лисы Лариски, прямо навстречу идет.

Отползла она в сторонку, из-за кустика выглядывает: мало ли, думает, что случиться может. А заяц Коська подошел совсем близко, сел на пенек и засмеялся:

— Здравствуй, лиса Лариска! Что это у тебя хвост дрожит? Испугалась, что ли? Не узнала меня?

— Да не признаю что-то,— вежливо сказала лиса Лариска.— Вроде вы не из наших лесов.

— Так это ж я, заяц Коська!

— Глаза у тебя какие-то не такие. У зайца Коськи таких глаз никогда не было.

— Так это ж у меня волшебные очки! — заважничал заяц Коська.— Я теперь все и всех насквозь вижу. Вот скажи: какая у тебя шкура?

— Рыжая, какая же еще.

— А вот и не рыжая,— сказал заяц Коська.— Розовая у тебя шкура, вот какая!

Испугалась лиса Лариска — что ж это, думает, портиться у меня шкура стала, что ли? Ох, недаром вчера голова болела, не к добру.

— Да, может, ошибаешься ты,— сказала она зайцу Коське, чтобы испытать его.— Может, неправильные у тебя очки?

— Правильные, правильные! — сказал Коська.— Я не только шкуру твою, а всю тебя насквозь вижу!

— Не может этого быть.

— Может, может! Вот смотрю-смотрю, ты на завтрак две мышки съела. Я их в животе вижу.

Заяц Коська, конечно, обманывал лису Лариску, никаких мышей в животе он не видел, а подсмотрел утром, как их лиса Лариска ела. Но она-то не знала об этом, поверила. Отошла она на всякий случай еще дальше, крикнула оттуда:

— А что еще твои очки могут?

— Все могут! — сказал заяц Коська.— Небо перекрашивать, все про всех узнавать. Хочешь, расскажу, кто что сейчас делает? Бобер Борька плотину строит, медведь Потап муху от носа отгоняет, еж Кирюха жука ловит, енот Ероха майку в ручье стирает. И по краю леса охотник идет, твой след ищет, собирается из твоей шкурки воротник делать.

— Ох, побегу я, заяц Коська,— сказала лиса Лариска.— Заболталась я с тобой, а у меня дел много...

— Да уж беги,— согласился заяц Коська.— Только смотри не хитри со мной больше, а то плохо тебе будет.

— Да что ты, что ты, заяц Коська! Я всегда вот как тебя уважала за ум и храбрость. А если раньше что не так было, ты уж прости, ошибка вышла.

Убежала лиса. И заяц Коська дальше пошел. Идет и видит: барсук Пахом на завалинке возле дома сидит, нитку в иголку вдевает. А иголка маленькая, нитка никак не идет. Он ее и к самому носу поднесет и подальше отодвинет — нет, не идет.

— Здравствуй, барсук Пахом,— сказал заяц Коська.— Что это ты, муху ловишь, что ли?

— Да нет, какие мухи! Вот рукавицы собрался шить, а нитку в иголку никак не вдену. Дальнозорким стал.

— Ну, это мы сейчас! — сказал заяц Коська.

Взял он нитку, нацелился в ушко иголки, раз — и готово. Барсук Пахом даже удивился:

— Здорово это у тебя получается!

— А это у меня волшебные очки. Они все могут!

И пошел дальше. Скоро все в лесу узнали, что у зайца Коськи волшебные очки — все видят снаружи и внутри, нитки в иголки вдевают, небо перекрашивают, воду в чернила превращают... Сбежались на поляну медведь Потап, белка Ленка, енот Ероха, лосенок, олененок, две косули. Даже крот Прокоп вылез, хотя на солнце и не видел ничего. А заяц Коська на сосновый пенек залез, усы подкрутил, хвастается:

— Я всех вижу, я все вижу! За речкой грузовик идет, сено везет — вижу. В океане корабль плывет, матросы палубу моют — вижу. В космос ракету запустили, к Марсу летит — вижу!

Ничего этого, конечно, заяц Коська не видел, все он выдумывал. Да ведь проверить никто не мог, ну и верили.

А когда дело к вечеру пошло, захотелось зайцу Коське есть. Слез он с пенька и пошел заячью капусту искать.

Нашел, глянул: капуста вроде как капуста, да только не зеленая почему-то, а розовая. «Наверное, порченая она,— подумал заяц Коська.— Не буду есть, другую поищу». Нашел другую, а она тоже розовая. «Заболела вся капуста в лесу,— решил он.— Лучше я осинку погрызу». Нашел осинку, а она тоже розовая.

Бегал он, бегал, уже солнце за вершины деревьев опустилось, а ни зеленой капусты, ни зеленой осинки, ни зеленой травы не нашел. Тут филин на старом дубу проснулся — он весь день спит, а только к ночи встает,— глаза протер, видит, заяц на полянке сидит, чуть не плачет.

— Ты чего тут нюни распустил? — спросил филин Семка.

— Да вот голодным хожу: ни зеленой капусты, ни зеленой осинки, ни зеленой травы найти не могу. Все розовое да розовое.

— Глупый ты, заяц Коська,— захохотал филин.— Никогда ты и не найдешь ничего зеленого, потому что у тебя розовые очки на носу. Они все перекрашивают. Отдай их мне.

А зайцу Коське очки уже и самому надоели, нос натерли.

«Ну их,— подумал он,— никакие они не волшебные».

И отдал очки.

С тех пор их филин Семка носит. Глаза у

него и так большие, а с очками на велосипедные колеса похожими стали. Сидит он ночью на старом дубу, кричит протяжно на весь лес:

— У-у-у-у-у-у!

Это он хочет сказать: «Ух, какие у меня замечательные очки есть!» Но только всех слов он выговорить не может, вот и тянет одну букву:

— У-у-у-у!

ОРЕХ

Устроили туристы привал на берегу речки. Пообедали, покупались, потом грецкие орехи кто-то стал есть. И один такой попался, что никак его не разгрызть. Бросили его в траву: ну его, и орех-то небольшой, а еще зубы поломаешь.

Когда туристы ушли, белка Ленка прибежала, с дерева спустилась не оставлено ли чего, не позабыто ли? И нашла грецкий орех. «Ох, должно быть, вкусный! — подумала белка Ленка.— У нас в лесу такие и не растут».

Схватила она орех, убежала на елку, чтобы сразу и съесть его. А раскусить не может. То за одну щеку перекатит, то за другую, и так пробует и этак — ничего не выходит.

«Ну и орех,— думает белка Ленка.— Как железный. Но зато, наверное, и сладкий внутри! Что же мне делать? Побегу к барсуку Пахому, у него зубы большие, крепкие».

Прибежала она к барсуку. А его дом в земле, комнат и коридоров много, и всюду темно. Еле нашла белка Ленка барсука — он от жары спасался, в чулане сидел.

— Ну чего тебе? — заворчал барсук Пахом.— Бегаешь, покоя не даешь.

— Да вот орех я нашла,— сказала белка Ленка.— А он не разгрызается. Помоги мне, у тебя зубы крепкие.

— Ладно,— согласился барсук Пахом.

Взял барсук орех в зубы, раз нажал, два нажал — ничего не получается.

— Ты что, белка Ленка, каменный орех мне принесла, что ли? — спросил барсук.

— Да не каменный он, а грецкий!

— Ну тебя с твоим орехом,— проворчал барсук,— не буду я его разгрызать, зубы поломать боюсь.

Вышла белка Ленка от барсука, смотрит: заяц Коська идет, от нечего делать хворостинкой помахивает. Рассказала ему белка про орех.

— Давай попробую,— сказал заяц Коська.— Я, правда, траву ем, но знаешь какие у меня зубы? Как стальные!

Взял он орех и как надавит на него изо всех сил зубами.

— Ага, уже хрустит! — закричал заяц Коська.— Ага, сейчас я его на сто частей раздавлю!

И нажал еще сильнее. Так нажал, что зуб зашатался и кровь из десен пошла. А ореху хоть бы что.

— Придется мне теперь пломбу ставить,— сказал заяц Коська.— Плохой тебе орех попался, белка Ленка, брось ты его лучше.

— Так он же внутри вкусный-превкусный.

— Ну, тогда к бобру Борьке иди. У него зубы покрепче, он деревья перегрызает.

Бобер Борька на другом берегу реки был, крота Прокопа на спине к приятелю в гости перевозил. Позвала его белка Ленка, рассказала про орех.

— Попробуем, что это такое,— сказал бобер Борька.— Попробуем.

Взял он орех в зубы, покатал немного во рту и на песок выбросил. Сказал:

— Не буду я, белка Ленка, твой орех разгрызать. Вот если тебе ракиту надо спилить — это я могу. А орех не буду. У меня верхние пластинки на зубах тонкие, поломаются, как тогда быть? Иди ты к медведю Потапу, он сильный, твой орех сразу расколет.

Медведь Потап только что большой кол выломал и от веток очищал, собирался из дупла мед выковыривать.

— Помоги мне, медведь Потап, орех расколоть,— вежливо попросила белка Ленка.— Я грызла — не разгрызла, барсук Пахом грыз — не разгрыз, бобер Борька грыз — не разгрыз. Одна теперь на тебя надежда.

— Фу-у ты! — фыркнул медведь Потап.— Тоже мне работа. Орех-то маленький, вот как трахну, так в муку сотру!

Положил медведь орех на сосновый пень, взял кол, размахнулся изо всей силы и как трахнет! По лесу гул пошел, конец кола отломился и медведя по голове стукнул, а орех цел-целехонек с пня скатился и лежит-полеживает. Почесал медведь Потап в затылке, засопел:

— Ну тебя, белка Ленка, с твоим орехом! Я большой, а он маленький, не могу я колом попасть. Хочешь, улей одним ударом расколочу?

— Да не надо мне улья,— вздохнула белка Ленка,— я пчел боюсь.

Взяла она свой орех и отправилась домой, на большую елку. Сидит и горюет. Вдруг слышит рядом:

— Тук-тук-тук!

— Кто это тут стучит? — удивилась белка Ленка.

— А это я, дятел Димка. Тут на твоей елке сухой сук завелся, я его долблю, червячков ловлю. Хочешь, я в твоей елке большую дырку выдолблю? От дождя будешь прятаться.

— Ты мою елку не порти,— сказала белка Ленка.— Я от дождя в дупле спрячусь. А нос у тебя крепкий?

— Нос? — переспросил дятел Димка. Он малость глуховат был от своего собственного стука.

— Нос,— повторила белка Ленка.

— Нос у меня крепкий-крепкий-прекрепкий.

— А можешь ты мой орех расколоть?

— Орех? — переспросил дятел Димка.

— Да, орех.

— Раздолбить, что ли?

— Раздолбить.

— Так это для меня раз-два — и готово.

Взял дятел орех, устроил его в развилку между суками — это у него кузнецей называется — и начал: тук-тук-тук-тук.

«Ничего у него не получится,— думала белка Ленка,— только нахвастался. Медведь Потап и то не разбил, а дятел маленький, перьев много, силы мало».

А дятел тук да тук. Десять раз стукнул и говорит:

— Бери свой орех, белка Ленка, готово!

Смотрит белка: и вправду расколот орех. И зерно у него золотистое, пахнет вкусно. Решила она и дятла угостить, только он сказал, что не любит орехи, козявки и червяки вкуснее.

С тех пор белка Ленка подружилась с дятлом Димкой. Иногда они вместе, чтобы не так скучно было, в дождливую ночь на одной елке ночуют.

РЫЖИЕ ЛИСТЬЯ

Осень в лес пришла. Зелеными остались только сосны и елки, другие деревья начали делаться желтыми, рыжими, красными. Но больше всего, конечно, желтыми. И листья с них полетели; плывет по воздуху листок, падает в траву, шелестит — шшу-шшу-шшурх! Ветер холодный между деревьями шумит — чшу-чшу-чшух!

Обрадовалась лиса Лариска. «Вот как хорошо все выходит,— думает она,— желтые да рыжие листья на мою шкуру похожи. Наметет их ворохами по канавам, спрячусь я туда и подстерегу зайца Коську. Он-то меня среди желтых и рыжих листьев не заметит, а я его ам — и съем!»

А заяц Коська первый год на свете жил, осени еще не видел. И очень боязно ему было — ночью спать не может. Шум кругом стоит, шелест, а ему кажется — подползает кто-то, съесть его собирается. Смотрит он, смотрит в темноту, глаза лапами продирает, а все ничего не видать.

Утром встал, холодной водой глаза промыл. «Пойду-ка я,— решил он,— похожу, поброжу, с ежом Кирюхой поговорю. Он четвертый год на свете живет, может, расскажет что-нибудь».

Пришел он к дому ежа, в дверь постучал — никто не отвечает, в окно постучал — тоже никто не отвечает. «Может, заболел еж Кирюха? — подумал заяц Коська.— Может, ему скорая помощь нужна? Придется без приглашения заходить».

Зашел в сени — нет никого. Зашел на кухню — нет никого. Отыскался еж Кирюха в самой дальней комнате, где и окон нету.

— Что это у тебя, еж Кирюха, так темно и сыро? — удивился заяц Коська.— Может, заболел ты?

— О-о-ах! — зевнул еж Кирюха.— Ничего я не заболел, а просто спать хочу.

— Так ведь спать ночью надо, а сейчас утро!

— Ничего ты не понимаешь,— сказал еж Кирюха и опять зевнул.— Осень вон пришла, за ней зима со снегом и морозом. А мы, ежи, всю зиму спим. Ни есть нам, ни пить не надо, спим и все. Так что ты иди по своим делам, а я устраиваться буду. Весной приходи, может, чего расскажешь.

«Ну, и ленивый этот еж Кирюха,— подумал заяц Коська.— Это ж надо — всю зиму спать! Бока, наверное, болеть будут. Пойду к медведю Потапу, может, он чего посоветует».

Медведь Потап около берлоги лежал. Голова на лапах, глаза закрыты. Поздоровался с ним заяц Коська раз — не слышит медведь; поздоровался второй — опять не слышит. Тогда чуть не в ухо крикнул:

— Здравствуй, медведь Потап!

Открыл медведь один глаз наполовину, спросил сонным голосом:

— Это кто тут шумит?

— Да я это, заяц Коська!

— А чего тебе надо? Я спать хочу.

— Так ведь спят ночью, а сейчас утро!

— Ничего ты не понимаешь,— добродушно проворчал медведь Потап, удивляясь, что заяц не знает таких простых вещей.— Мы, медведи, как зима наступает, все время спим. Я мороза и снега не люблю, у меня лапы мерзнут.

— Ох, помрешь ты от голода, медведь Потап!

— Не помру, я под шубой, знаешь, сколько жира запас? До теплых дней хватит. Ты ко мне весной приходи, новости расскажешь. А сейчас ступай только, вон в углу лыжи стоят — себе их возьми. В прошлом году я их Мишутке сделал, да теперь он вырос, малы они ему.

— Да зачем мне лыжи? — удивился заяц Коська.— Я на них и ходить не умею.

— Ты бери, бери, зима придет — научишься. Ни лиса, ни волк тебя не догонят. А ко мне весной забегай, поговорим!

И опять закрыл медведь глаза, дремать стал. А заяц Коська хоть и не понял, для чего ему нужны лыжи, забрал их и отнес домой. После обеда пошел он искать бобра Борьку: может, он чего интересное расскажет? Берег речки от дождей скользким сделался, по воде от ветра волны гуляют, а бобер Борька лозовые ветки грызет и куда-то под воду таскает.

— Здравствуй, бобер Борька! — сказал заяц Коська.— Не знаешь ты, что у нас в лесу делается? Еж Кирюха совсем ленивым стал, даже разговаривать не может, у медведя Потапа только один глаз наполовину открывается. Говорят, спать всю зиму будут. А как ты, бобер Борька, тоже спать ляжешь?

— Я в свою хатку под берегом спрячусь. На реке лед станет, а там тепло. Буду лозу грызть, когда книжку почитаю, когда посплю. Вот как разлив кончится, приходи, ладно? А сейчас мне некогда, работы много.

Совсем скучно стало зайцу Коське, даже плакать хочется: один он остался, поговорить и то не с кем. Идет он, голову повесил да вдруг слышит на елке:

— Цок-цок! Что это ты, заяц Коська, скучный такой? Или беда какая приключилась?

Смотрит заяц Коська — это белка Леика на елке сидит, шишку грызет. Рассказал он ей и про ежа Кирюху, и про медведя Потапа, и про бобра Борьку.

— Ну и пусть спят!— сказала белка.— Они от веку лодырн. Зимой в лесу, знаешь, как хорошо! Инеей голубой иа ветках, снежок пушистый, в мороз иебо синее, весь день гулять хочется. А то все лето да лето — скучно даже! Эх, побегаем мы с тобой иаперегонки по сугробам!

— А ты не будешь спать, белка Леика?

— Не буду.

— Спасибо тебе, а то совсем мие скучно стало. Я к тебе часто приходить буду, ладно?

— Приходи.

Повеселел заяц Коська: будет все же у него компаиия на зиму. Даже песию сочинять на ходу стал:

Осень наступает,
Дождь со всех сторон.
Липа лист роняет,
Лист роняет клен.

В иглах спрятав брюхо,
Месяцев на пять
Ляжет еж Кирюха
Беспробудно спать.

Пусть ему приснится
Солнце и река,
Травка медуница,
Сорок три жука.

А я спать не стану,
Утром выйду в путь,
Белую достану
Шубу где-нибудь.

К белым тучам близко
Белая земля.
Эй, лиса Лариска,
Отыщи, где я?

И только пропел это заяц Коська, справа от иего зашевелилось что-то желтое с рыжим, иа листья похожее. И не успел он ничего сообразить, как ему бок словно обожгло. Прыгиул он что было сил, стрелой через пень перелетел, через ямку. За большим дубом остаиовился отдышаться. Гляиул иазад — а иа поляике лиса Лариска сидит.

— Хи-хи-хи! — засмеялась лиса Лариска.— Что, попробовал моих коготков? Это я еще сытая, тяжело мие прыгать, а то съела бы я тебя и косточки по кустикам развесила. Ну, да никуда ты от меня не денешься: теперь всюду желтые и рыжие листья, на мою шкуру похожи. Спрячусь среди них — и не заметишь, сам в рот попадешь. И дружки твои, еж Кирюха да медведь Потап, не помогут: лежебоками стали, глаза у иих жиром заплыли. Хи-хи-хи!

— А вот скоро зима придет,— сказал заяц Коська,— и я белую шубу иадену. Ты видна будешь, а меня от сугроба не отличишь.

— Хи-хи-хи! — показала зубы лиса Ларнска.— Не доживешь ты до зимы, подкараулю я тебя и съем. Хи-хи-хи!

Побежал заяц Коська домой. «Ну,— подумал он,— раз лису Лариску трудно стало от листьев отличить, так и ие буду я по лесу ходить. Лучше голодным перележу, а в крайнем случае в поле устроюсь иа меже, там все-таки далеко видио».

Так н сделал. С утра до обеда лежит лиса Лариска в желтых и рыжих листьях, зайца караулит — иету его; от обеда до вечера по лесу бегает, ищет — нету и иету.

Так и не поймала оиа до зимы зайца Коську.

СЭВ В ДЕЙСТВИИ

●

Расширяется сотрудничество Монгольской Народной Республики с другими странами содружества равных. За последние годы в Монголии с помощью ГДР построены цех глубокой печати, выпускающий 20 миллионов печатных листов в год, современный мясокомбинат с ежегодной мощностью 56 тысяч тонн мяса, ковровая фабрика, выпускающая 175 тысяч квадратных метров продукции в год. ГДР также оказывает помощь в разведке ископаемых богатств Монголии.

Продукция ковровой фабрики, построенной в Улан-Баторе, экспортируется во все страны СЭВ.

●

В окружном центре Зуль (Южная Тюрингия, ГДР) завершено строительство городского зала для собраний, митингов и концертов на 2 тысячи мест. Крышу здания и 36 стальных опор высотой по 20 метров монтировали специалисты из Ленинграда.

●

Радомский завод телефонных аппаратов (Польша) выпустил трехмиллионный телефон для Советского Союза. Только в прошлом году советские абоненты получили более 415 тысяч радомских телефонов.

●

На Мелецком заводе транспортного оборудования «Дельта» польские и советские конструкторы совместно разрабатывают новую модель самолета, предназначенного для сельского хозяйства.

Завод «Дельта» уже много лет выпускает по советской лицензии сельскохозяйственные бипланы АН-2. Новая модель, М-15, превзойдет АН-2 по эксплуатационным качествам и надежности. Намечается выпуск разных вариантов самолета: санитарного, пассажирского, транспортного.

ОРИГИНАЛ, КОПИЯ, ПОДДЕЛКА...

В. ТОМАС.

Несколько лет назад в экспозиции Государственного Эрмитажа появилась небольшая по размеру картина Рембрандта на традиционный библейский сюжет — «Поклонение волхвов». Поступившая в Эрмитаж в 1923 году картина, несмотря на имеющуюся в нижней части холста подпись художника и дату «1632 год», считалась копией с оригинала, хранящегося в Гетеборгском художественном музее, и находилась в запаснике, пока наконец в 1966 году искусствовед Эрмитажа Ирина Владимировна Линник установила, что это не копия, а оригинал, принадлежащий кисти Рембрандта. Рентгенографическое исследование показало, что под верхним красочным слоем видны следы творческого поиска автора — первоначальные варианты композиционного построения сюжета, существенные изменения в расположении фигур. Сомнений не оставалось: в фондах Эрмитажа хранится подлинник. Гетеборгский же экземпляр, кстати, не имеющий подписи автора, оказался лишь копией, выполненной, по всей вероятности, последователем Рембрандта Саломоном Конинком.

Почему же картину, имеющую авторскую подпись, многие годы считали копией? Дело в том, что у Рембрандта было много учеников. Молодые художники, обладавшие незаурядными способностями, писали картины, подражая во многом своему гениальному учителю. Часто Рембрандт помогал своим ученикам или разрешал им закончить начатую им картину. Случалось, что по просьбе учеников он ставил свою подпись на их картинах, а иногда оставлял законченную работу без подписи — в эпоху Рембрандта не всегда было принято подписывать картины.

Открытие И. В. Линник было настолько поразительным, что амстердамские ученые и искусствоведы приступили к исследованию всех полотен Рембрандта, находящихся в Голландии. Большое значение в этой работе, проводившейся при участии советских специалистов, придавалось современным методам научно-технических исследований, в том числе и рентгенографическому.

●

Рентгеновские лучи нашли применение для исследования картин лишь в первой четверти нашего столетия, почти через тридцать лет после их открытия. Первые попытки такого рода предпринимались еще в самом конце XIX — начале XX века. В России, судя по имеющимся публикациям, первая рентгенограмма картины, приписываемой кисти Рафаэля, была сделана в 1915 году.

Метод просвечивания картин рентгеновскими лучами поначалу был встречен искусствоведами весьма настороженно. Еще не было уверенности в том, что лучи не повредят живописного слоя, не погубят бесценные творения мастеров живописи. Только после того, как было установлено, что рентгеновские лучи не причиняют никакого вреда картине, просвечивание рентгеновскими лучами стало одним из основных методов исследований произведений живописи — наряду с более ранними (бинокулярная лупа, ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, спектральный анализ и др.).

●

По своему строению картина состоит из четырех слоев: основы, грунта, красочного слоя и покровного лака. Старые мастера для основы картины чаще всего применяли холст или дерево. Холст практически не задерживает рентгеновские лучи, однако рисунок его обычно виден на рентгенограмме, так как нанесенный на его поверхность грунт вдавливается между нитями, образуя с обратной стороны рельеф, который-то и наблюдается на рентгеновском снимке. На рентгенограмме картины, написанной на дереве, виден рисунок, воспроизводящий как структуру дерева, так и все неровности доски, заполненные грунтом. Иногда на таких рентгенограммах видны отдельные точки и полосы — это тени от отверстий, проеденных жучком.

Материал грунта оказывает большое влияние на качество снимка. Мел, часто применявшийся старыми мастерами, очень слабо поглощает рентгеновские лучи и позволяет получать четкие рентгенограммы красочного слоя. Если же в качестве грунта был использован ма-

териал, сильно поглощающий рентгеновские лучи, например, свинцовые белила, хорошего изображения красочного слоя на рентгенограмме получить не удается. Проницаемость рентгеновских лучей зависит от атомного веса просвечиваемого вещества. С увеличением атомного веса проницаемость уменьшается.

Непосредственно воспринимаемый зрителем красочный слой картины представляет наибольший интерес для исследователя. Различные краски поглощают рентгеновские лучи далеко не одинаково. Так, если растительные краски их практически не задерживают, то краски, содержащие соли и окислы металлов, представляют для лучей препятствие более или менее серьезное — в зависимости от атомного веса металла или его количественного содержания в химическом соединении. Например, краски, содержащие свинец, почти непрозрачны для лучей; ртуть, кадмий более прозрачны; такие же краски, как охра, умбра, сиена, состоят из веществ, очень слабо поглощающих рентгеновские лучи.

●

Рентгеновские лучи позволяют исследователю как бы «войти» в мастерскую художника и проследить за его творческой работой — от первого наброска на еще чистом грунте до последнего мазка на верхнем, видимом зрителю слое.

На оригиналах картин всегда можно видеть следы поиска художника: изменение позы, положения головы и рук, расстановки предметов... На приведенных рентгенограммах участков картины Рембрандта «Даная», полученных в рентгеновской лаборатории Государственного Эрмитажа, видно, как в ходе работы художник вновь и вновь переписывал голову Данаи, искал наиболее выразительное положение ее руки. Всестороннее изучение картины «Даная», написанной Рембрандтом в 1636 году, позволило искусствоведу Государственного Эрмитажа Юрию Ивановичу Кузнецову доказать, что картина спустя несколько лет была переписана автором чуть ли не заново.

Сопоставление рентгенограммы знаменитой «Мадонны Литты», созданной Леонардо да Винчи почти 500 лет назад и находящейся в Эрмитаже с 1865 года, с рентгенограммами других картин великого флорентийского мастера показало их удивительное сходство в манере письма и технике выполнения. Рентгеновский анализ «Мадонны Литты» — этого, по определению советского историка искусств В. Н. Лазарева, «одного из самых земных и поэтических образов всего ренессансного искусства»,— проводился с большими трудностями и позволил установить принадлежность «Мадонны Литты» кисти Леонардо да Винчи. Сложность рентгенографического исследования картин Леонардо да Винчи вызвана тем, что живописный слой очень тонок и выполнен такими легкими красками, которые не задерживают рентгеновских лучей. Рентгеновские лучи проходили, ничуть не ослабляясь, даже сквозь самые светлые места картины, которым на рентгенограммах обычно отвечает наименьшее потем-

Рентгенограммы участков картины Рембрандта «Даная», из которых виден творческий поиск художника.













нение пленки — ведь белила, как уже говорилось, сильно поглощают рентгеновское излучение. Видимо, белила, применявшиеся гениальным флорентийцем, имеют не совсем обычный состав: быть может, белизна наиболее светлых участков картины получается скорее за счет отражения света от белого грунта сквозь прозрачные слои краски, чем за счет белил.

●

У картин, как и у людей, разные судьбы и свои тайны. Вышедшая из мастерской своего создателя, картина за долгие годы жизни переходит от одного владельца к другому: передается по наследству, продается на аукционах, в антикварных лавках, пока наконец не попадет в надежные руки хранителя музея. Со временем картина, как и все в мире, неизбежно стареет: темнеет лак, трескаются краски, ветшает холст... Даже идеальные условия хранения картин в музее не избавляют их от разрушения, а только обеспечивают более медленное их старение. Когда картина состарится, ее реставрируют. Опытный мастер оживит краски, исправит поврежденные места, нанесет свежий слой покровного лака... И картина вновь предстает перед зрителем во всем своем блеске.

Однако известны случаи, когда реставраторы по своему желанию, а чаще по требованию владельца картины делали новые записи, варварски уменьшали или, делая приставки, увеличивали размеры полотна. Внесенные изменения, выполненные рукой другого художника, как правило, искажают первоначальный замысел автора.

Как же установить, что к полотну старого мастера не прикасалась кисть другого художника и картина дошла до нас в своем первозданном виде?

Исследуя картину, искусствовед по цвету красок, по их фактуре, по манере письма, технике живописи делает предположения о возможных в ней изменениях, внесенных реставратором, а пришедшие к нему на помощь рентгеновские лучи позволяют увидеть скрытые за поверхностным слоем нижние слои краски.

Подобные подновления коснулись многих произведений живописи, не пощадили и картин, принадлежащих кисти таких мастеров, как Тициан, Веронезе, Ван-Дейк, и других великих художников. При исследовании картины Тициана «Несение креста», поступившей в Государственный Эрмитаж в 1850 году из собрания Барбариго, было обнаружено, что картина, написанная на холсте, была дублирована (наклеена на второй холст с целью укрепления основного холста) и увеличена за счет приставок, на которых были дописаны голова и руки Симона, рука Христа, крест и часть фона. Было установлено также, что добавления на приставках резко отличаются от живописи на основном холсте картины. На рентгенограмме, полученной с картины «Несение креста», хорошо виден первоначальный размер холста и отверстия от гвоздей, ранее крепивших холст на подрамнике. На этой же рентгенограмме видно изображение мужской головы, отсутствующей на видимом живописном слое картины, почти точно повторяющей голову Христа на другой картине Тициана, «Христос-вседержитель». Сходный рисунок сети кракелюра (трещин красочного слоя) на обоих изображениях позволяет предположить, что оба они были написаны в одно время. По всей вероятности, Тициан, недовольный наброском картины «Христос-вседержитель», использовал холст для нового сюжета — «Несение креста». В настоящее время картина Тициана «Несение креста» экспонируется в Эрмитаже в своем первоначальном виде.

Увеличение размеров полотна за счет приставок и добавлений было обнаружено в рентгеновской лаборатории Эрмитажа и на произведениях Веронезе «Оплакивание Христа» и «Распятие», поступивших в музей в 1772 году из собрания Креза.





Перед вами пять репродукций с одного и того же портрета Людовика XIII кисти Петера Пауля Рубенса. На первом снимке портрет таков, каким его видят посетители картинной галереи Морицбург (Галле).

Второй снимок сделан в инфракрасных лучах. Из теории волновых явлений известно: чем больше длина волны излучения, тем слабее оно поглощается, тем глубже проникает в среду. В полном согласии с этой закономерностью инфракрасные лучи проникают в глубь красочного слоя и позволяют разглядеть потемневшую от времени живопись и даже подметить повреждения основы, судить о ранних вариантах картины. На снимке видна трещина в доске; заметен беспорядочный рисунок волос — это характерно для эскизов Рубенса. Но гораздо интереснее отметить другое: уж очень неаристократичной вышла поначалу на картине физиономия монарха! Сравните снимок с окончательно «отредактированным» полотном — художнику пришлось заняться украшательством.

Ультрафиолетовые лучи, не столь проницательные, как инфракрасные, показывают поверхностные красочные слои и лаковое покрытие. По третьему снимку, сделанному в ультрафиолете, можно судить, как был наложен слой лака, какова его толщина в различных участках. Слабые повреждения лака выглядят как светлые точки и полосы. Небольшие подмалевки заметны на носу и лбу.

Поглощая ультрафиолетовые лучи, некоторые вещества возвращают полученную энергию в виде излучения с иной, обычно большей длиной волны — флуоресцируют. В лучах флуоресценции сделан четвертый снимок. Толстый слой старого лака светится так сильно, что сквозь него не видно изображения. С помощью флуоресценции можно выявить позднейшие записи, реставрационные тонировки, фальшивые подписи, можно судить о возрасте лака — свежие лаки прозрачны для ультрафиолета и не флуоресцируют. Однако тут надо быть начеку, так как картина может быть покрыта специальным флуоресцирующим лаком, который легко принять за старый.

Пятый снимок — рентгенограмма. На нем хорошо видна структура деревянной доски и красочного слоя; видно, что блики усилены белилами по сравнению с первым вариантом. Химические неоднородности в виде темных пятен на лбу, на носу и на верхней губе, вероятно, следы работы какого-то «реставратора», подновившего полотно великого мастера.

Иногда при рентгенографическом исследовании произведений живописи под красочным слоем картины обнаруживается второе изображение, написанное ранее другим мастером. Так, рентгенограмма одной находящейся в немецком музее картины доказала, что это произведение, приписываемое целым рядом крупнейших авторитетов Бернгарду Штригелю (умер в 1528 году), написано поверх другой, датированной 1713 годом, и, таким образом, принадлежать кисти Бернгарда Штригеля никак не может.

Известны многочисленные случаи современных записей полотен старых мастеров по корыстным соображениям — с целью контрабандной перевозки картин из одной страны в другую.

●

Высокая стоимость картин старых мастеров порождает массу авантюристов от живописи, наполняющих мировой художественный рынок громадным количеством подделок. Несколько лет назад во Франции была раскрыта группа мошенников, изготовлявших и снабжавших частные коллекции и даже музеи разных стран тысячами подделок картин Пикассо, сотнями полотен Миро, Модильяни, Утрилло и других художников. Французский журнал «Пари-матч» писал о том, что «художник Камиль Коро создал всего 700 картин, из которых 100 тысяч ныне находятся в Соединенных Штатах», и горькая ирония этой фразы не лишена основания. Громадное количество подделок заставило правительства ряда стран принять против фальсификаторов картин специальные законы.

А сравнительно недавно мир облетела новая сенсация: в Париже найдена картина, принадлежащая кисти Рубенса. Проданная с аукциона картина с изображением Георгия-Победоносца, поражающего дракона, считалась написанной одним из учеников Рубенса. После снятия трех слоев краски, положенной реставраторами в различное время, картина предстала во всем своем великолепии. Авторитетные специалисты подтвердили, что картина, вне всякого сомнения, принадлежит великому Рубенсу. Весьма интересно, что картина с аналогичным сюжетом, приписываемая Рубенсу, находится в коллекции английской королевы Елизаветы II. Тщательное исследование позволило установить, что в королевской коллекции оказалась лишь копия, написанная уже после смерти Рубенса его учеником.

У картин, как и у людей, свои судьбы и свои тайны. И не последняя роль в раскрытии этих тайн принадлежит рентгеновским лучам.



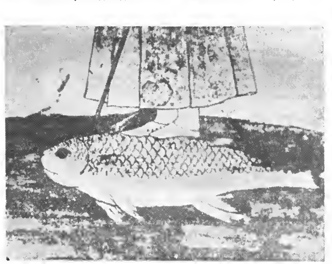


● Как полагает профессор Б. Брентьес, зоолог из ГДР, индийские мореплаватели были знакомы с кистеперой рыбой целакантом, зоологической сенсацией XX века, по меньшей мере 250 лет назад.

Рассматривая индийские миниатюры начала XVIII столетия, Брентьес обратил внимание на изображение мусульманского святого, стоящего на спине большой рыбы. На рисунке ясно видны две пары брюшных плавников и кистевидный спинной плавник. Эти признаки свойственны только целаканту, единственному живому представителю вымершей группы кистеперых. Правда, первый спинной плавник слишком сдвинут вперед, но Брентьес полагает, что такое искажение понадобилось миниатюристу, чтобы уместить на спине рыбы ступни святого паломника.

Известно, что индийские мореходы достигли побережья Южной Африки еще в X веке. Наверняка посещали они и Коморские острова, вблизи которых водится целакант. Любознательные моряки приносили на родину рассказы о невиданных животных, рисунки фауны далеких земель. Так, в Эрмитаже хранится индийская миниатюра первой половины XVII века, изображающая дронта — вымершую ныне птицу с Маскаренских островов. Возможно, путешественники привезли в Индию и рисунок целаканта. Некоторые детали миниатюры заставляют предположить, что художник сам не видел диковинной рыбы, а скопировал ее изображение с какого-то более раннего неизвестного нам рисунка.

● Английские горняки, опускаясь в забой, и сейчас, как два века назад, берут с собой канарейку. Эта птица, чувствительная даже к низким концентрациям рудничного газа, спасла немало человеческих жизней. Но, предупредив шахтера об опасности, сама канарейка, как правило, гибнет. Недавно один шахтер придумал при первых признаках отравления газом помещать птичку в герметичную камеру, соединенную с кислородным баллончиком. Там канарейка может отдышаться.







Коллекция сведений не слишком известных

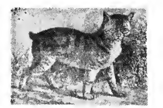


● «Фототелеграф — это слишком хлопотно»,— решил один датский репортер, снимавший соревнования яхтсменов в Кильской бухте (ФРГ). Он взял на борт своей моторки корзину с почтовыми голубями. Крылатые почтальоны исправно относили отснятую пленку в редакцию газеты, выходящей в датском городе Орхус (расстояние по прямой— около двухсот километров).

● Близ Познани (ПНР) находится ферма, на которой разводят саранчу. Насекомые предназначены в пищу обитателям зоопарков — экзотическим птицам и пресмыкающимся. Продукция фермы находит сбыт и за рубежами Польши: налажен экспорт саранчи в Чехословакию и Австрию.

● Торговый автомат подвергает опущенную монету всевозможным испытаниям: проверяется ее вес, размер, упругость, электропроводность, магнитные свойства... И все же иногда старая, вышедшая из обращения монета выдерживает все экзамены, оставляя автомат внакладе. Конструкторы нового западногерманского автомата для продажи железнодорожных билетов нашли остроумное решение: после всех проверок монета смачивается штемпельной краской и прижимается к выдаваемому билету, оставляя свой «портрет». Поездной кондуктор, проверяя билеты, видит, какой монетой они оплачены.





● На острове Мэн, что расположен у берегов Ирландии, водятся бесхвостые кошки, которые недавно были увековечены как символ острова. В 1970 году Лондонский монетный двор выпустил кроны, на одной стороне которых портрет королевы Елизаветы II, на другой — изображение кошки.



● Лос - Анджелес (США) прочно занял среди городов мира первое место по загрязненности воздуха. Пышная растительность, некогда бывшая украшением города, не выносит ядовитых газов, извергающихся из выхлопных труб сотен тысяч автомашин. Отцы города нашли выход: одна из химических фирм (внесшая, кстати, немалый вклад в загрязнение атмосферы города) получила большой заказ на изготовление пластмассовых пальм. Подделками будет украшен бульвар длиной около трех километров. Пальмы штампуются двух размеров — 122 и 213 сантиметров ростом. Намечается и производство пластиковых кустов.

● Во время недавней забастовки английских горняков вечернее освещение Лондона в целях экономии электроэнергии было сокращено. К тому же ненадолго развеялся смог, висящий над огромным городом. Газета «Дейли экспресс» получила письмо, в котором один читатель сообщил, что видел накануне вечером в небе какие-то светящиеся объекты, и спрашивал, не наблюдалось ли это явление обсерваторией в Гринвиче. Газета ответила: «Скорее всего вы видели естественные светящиеся тела, как правило, неразличимые из-за уличного освещения и смога и называемые обычно звездами».

ТВОРЧЕСТВО

**Кандидат философских наук А. ЛУК,
научный сотрудник Института научной информации
АН СССР.**

Проблема изучения творчества долгое время представляла лишь литературный интерес. Она не имела ни фундаментальных постулатов, ни ясно очерченного предмета исследования, ни методики. На наших глазах эта тема из разряда отвлеченных, чуть ли не оккультных, переходит в категорию доступных для естественнонаучного анализа, получает и научную предметность и исследовательскую аппаратуру. Более того, изучение психологии творческой деятельности приобретает прикладное значение

По признанию ведущих заокеанских исследователей, сильнейшим побудительным толчком к изучению творчества явился запуск советского спутника в октябре 1957 года.

Когда человек оказался перегружен физически, ему удалось освободить себя с помощью одомашненных животных, а затем машин. Но едва ли найдется животное, которое избавит человека от умственного труда. Есть, правда, надежда на «умные» машины — ЭВМ. Однако машины эти уже успешно работают, а решающая роль таланта сохраняется.

Исследования творчества ведутся в трех основных направлениях. Первое направление — отчет ученых-исследователей, проживших плодотворную жизнь в науке, обогативших ее первостепенными открытиями и на склоне лет стремящихся рассказать о характере своего труда. Эта традиция восходит к Чарлзу Дарвину; продолжали ее Г Гельмгольц, А. Пуанкаре, В. Стеклов, У. Кеннон, Ж. Адамар, Г. Селье. Свидетельство самих ученых, несмотря на неизбежную субъективность, очень интересно: ведь это сведения из первоисточника.

Однако, анализируя условия, в которых родилась та или иная мысль, разбирая конкретные ситуации, при которых откристаллизовалась в сознании проблема, авторы ничего не могут сказать о механизмах творческого процесса, не могут судить о его психологической структуре.

Второе направление — метод модельных экспериментов. Например, моделью творческого решения может служить задание, в котором предлагается, не отрывая карандаша от бумаги, четырьмя отрезками «пройти» через девять точек, расположенных в три ряда, по три точки в ряду. Даже на такой примитивной модели удается получить ценную информацию.

Но в модельных экспериментах есть важный недостаток. Испытуемому предлагают сформулированную задачу и предупреждают, что она имеет решение. Уже само по себе это подсказка. Между тем творческий процесс включает в себя не только решение проблем, но и особую зоркость в поисках проблем, дар увидеть проблему там, где для других все ясно, умение сформулировать задание. Это особая «сензитивность», или восприимчивость, к несоответствиям и пробелам в окружающем мире и прежде всего к расхождениям между принятыми теоретическими объяснениями и реальностью.

Третий путь исследования творчества — изучение особенностей творческой личности, где используются психологическое тестирование, анкетный метод, статистика. Здесь, конечно, не может быть и речи о проникновении в интимные механизмы творческого процесса Исследователи пытаются лишь выяснить те особенности человека, по которым еще на школьной скамье и, уж во всяком случае, на университетской можно было бы отбирать будущих Лобачевских, Резерфордов, Павловых и Эйнштейнов.

Таким образом, в проблеме творчества выделяют несколько граней: процесс творчества, творческая личность, творческие способности, творческий климат. Отсюда вытекает еще несколько вопросов, например, каковы условия воспитания и реализации творческих способностей? Какие этапы творчества связаны с той или иной чертой творческой личности? В чем особенности мотивации творчества?

ТВОРЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ

Творческие способности присущи любому человеку, любому нормальному ребенку — нужно лишь суметь раскрыть их и развить. Существует «континуум талантов», от крупных и ярких до скромных и малозаметных. Но сущность творческого процесса одинакова для всех Разница лишь в конкретном материале творчества, масштабах достижений и их общественной значимости. Для изучения творческого процесса совсем не обязательно исследовать гениев. Элементы творчества проявляются в решении повседневных жизненных задач, их можно наблюдать и в обычном школьном учебном процессе.

Творческие способности разделяют на три группы. Одна связана с мотивацией (интересы и склонности), другая — с темпераментом (эмоциональность) и, наконец, третья группа — умственные способности. Рассмотрим некоторые из этих способностей.

ЗОРКОСТЬ В ПОИСКАХ ПРОБЛЕМ

Человек обычно воспринимает в потоке внешних раздражителей лишь то, что укладывается в «координатную сетку» уже имеющихся знаний и представлений, а остальную информацию бессознательно отбрасывает. На восприятие влияют привычные установки, оценки, чувства, а также отношение к общепринятым взглядам и мнениям. Способность увидеть то, что не укладывается в рамки ранее усвоенного,— это нечто большее, чем просто наблюдательность.

Английские авторы обозначают эту зоркость словом «serendipity», которое придумал писатель XVIII века Хорас Уолпол. У него есть рассказ «Три принца из Серендипа» (Серендип — местность на Цейлоне). Принцы обладали способностью во время путешествий делать неожиданные открытия, вовсе не стремясь к этому, и обнаруживать вещи, которые специально не собирались искать. Уолтер Кеннон применил термин «serendipity», обозначив им свойство не проходить мимо случайных явлений, не считать их досадной помехой, а видеть в них ключ к разгадке тайн природы

Эта «зоркость» связана не с остротой зрения или свойствами сетчатки, а с особенностями мышления, потому что человек видит не только с помощью глаза, но главным образом с помощью мозга.

Биографы А. Эйнштейна повествуют об одном поучительном разговоре. Когда молодой Вернер фон Гейзенберг поделился с Эйнштейном планами создания физической теории, которая целиком основывалась бы на наблюдаемых фактах и не содержала никаких домыслов, Эйнштейн с сомнением покачал головой:

— Сможете ли вы наблюдать данное явление, зависит от того, какой теорией вы пользуетесь. Теория определяет, что именно можно наблюдать.

Проще всего объявить высказывание Эйнштейна идеалистической ошибкой. Однако значительно интересней подойти к реплике Эйнштейна без высокомерной убежденности в своем мировоззренческом превосходстве и под парадоксальной формой отыскать зерно истины.

20 апреля 1590 года на знаменитую Пизанскую башню поднялся человек. Он нес тяжелое пушечное ядро и свинцовую мушкетную пулю. Человек сбросил свою ношу с башни; ученики его, стоявшие внизу, и сам он, глядя сверху, удостоверились, что ядро и пуля коснулись земли одновременно. Имя этого человека — Галилео Галилей.

Около двух тысяч лет, со времен Аристотеля, считалось, что скорость падения пропорциональна весу. Оторвавшийся от ветки сухой листок опускается долго, а налитой плод камнем падает на землю. Это видели все. Но ведь не раз приходилось видеть и другое: две глыбы, сорвавшиеся со скалы, достигают дна ущелья одновременно, несмотря на разницу в размерах. Однако этого никто не замечал, потому что смотреть и видеть — совсем, как известно, не одно и то же. Выходит, прав Эйнштейн: то, что люди наблюдали, определялось теорией, которой они пользовались. И если Галилей обнаружил, что скорость падения ядер не зависит от их веса, то потому, что он прежде других усомнился в правильности аристотелевой механики. Тогда и возникла идея опыта. Результаты эксперимента не были для него неожиданными, а лишь подтвердили уже сложившуюся гипотезу о независимости ускорения свободного падения от массы падающего тела.

Залезть на крышу и сбросить пулю и ядро мог всякий, но никому не приходило это в голову на протяжении девятнадцати веков. Галилей увидел проблему там, где для других все было ясно, освящено авторитетом Аристотеля и тысячелетней традицией.

Яркие примеры того, как теория влияет на результаты наблюдений, приводит Т. Кун, автор книги «Структура научных революций». В течение первых 50 лет после принятия системы Коперника астрономы открыли множество небесных тел, хотя методы наблюдений остались прежними. Новая теория позволила заметить то, к чему раньше наблюдатели были слепы.

И все-таки суждение Эйнштейна не следует абсолютизировать. Он подметил одну из особенностей познания, которая не исчерпывает собою все закономерности познавательного процесса. Кстати сказать, на ту же особенность задолго до Эйнштейна указал Генрих Гейне: «Каждый век, приобретая новые идеи, приобретает и новые глаза».

СПОСОБ КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМОЙ

Мозг разных людей обладает неодинаковой способностью осваивать и пользоваться различными типами кодов: зрительно-пространственным, словесным, акустически-образным, буквенным, цифровым и т д. Способность манипулировать с данным типом символов можно развивать, но не беспредельно. Врожденные особенности мозга и условия развития в первые годы жизни предопределяют преимущественную склонность пользоваться теми или иными кодами информации. Задача развития творческих способностей не в том, чтобы у человека, склонного к зрительно-пространственному мышлению, вырабатывать навыки манипулирования математическими символами. Нужно помочь человеку «найти себя», то есть понять, какие символы, какой код информации для него доступен и приемлем. Тогда мышление его будет максимально продуктивным и доставит ему высшее удовлетворение.

Способ кодирования информации должен быть в гармоническом сочетании с содер-

жанием и структурой отображаемых явлений. Дифференциальные уравнения — наиболее адекватный метод описания движений планет. Тензорное исчисление хорошо описывает явления в упругих телах, а электрические цепи удобнее описывать с помощью функций комплексного переменного. По-видимому, и в искусстве и в литературе различные коды служат для передачи разного содержания:

«Я даже верю, что для разных форм искусства существуют и соответственные им ряды поэтических мыслей, так что одна мысль не может никогда быть выражена в другой, не соответствующей ей форме».

(Ф. М. Достоевский).

Мозг облекает мысль в ту или иную конкретную кодовую форму. Если используются зрительно-образные представления, то говорят о «зрительном воображении». Доминирование акустически-образных представлений говорит о «музыкальной фантазии». Если же человек склонен к освоению действительности в словесно-образной форме, говорят о поэтической фантазии и т. д.

Фундаментальные законы переработки информации неизменны, но способ кодирования накладывает свою печать и на форму внешнего выражения результатов и на выбор объекта, а если смотреть шире — то и на выбор содержательной области мышления.

Редкое и счастливое совпадение индивидуальных особенностей мышления со структурой проблем, стоящих перед данной наукой в данный период времени, — по-видимому, одно из необходимых условий проявления научного гения.

СПОСОБНОСТЬ К СВЕРТЫВАНИЮ

В процессе мышления нужен постепенный переход от одного звена в цепи рассуждений к другому. Порою это приводит к тому, что не удается мысленным взором охватить всю картину целиком, все рассуждение от первого до последнего шага. Однако человек обладает способностью к свертыванию длинной цепи рассуждений и замене их одной обобщающей операцией.

Свертывание — это проявление способности к замене нескольких понятий одним. более абстрактным, к использованию все более емких в информационном отношении символов. Эта способность позволяет человеку непрерывно расширять свой интеллектуальный диапазон.

Когда-то высказывали опасение, что лавинообразный рост научной информации приведет в конце концов к замедлению темпа развития науки. Прежде чем начать творить, человеку придется очень долго овладевать необходимым минимумом знаний. Однако никакого замедления нет — благодаря способности к свертыванию, к использованию более абстрактных понятий и емких символов.

Зависимость между силой тока, сопротивлением и напряжением, служившая темой многочисленных работ и размышлений, была со временем сведена к формуле $V = iR$. Всего четыре символа (включая знак равенства), но в них сконцентрирована колоссальная информация.

Такое же емкое в информационном смысле понятие «павловский условный рефлекс», в котором синтезировано множество более простых понятий, фактов и наблюдений.

Экономное символическое обозначение понятий и отношений между ними — важнейший фактор продуктивного мышления. Насколько велика роль удобной символизации материала, видно из следующего примера. В средние века для того, чтобы выучиться арифметическому делению, требовалось закончить университет. Да еще не всякий университет мог научить этой премудрости. Нужно было непременно ехать в Италию: тамошние математики были особенно искусны в делении. Если напомнить, что в те времена пользовались римскими цифрами, то ясно станет, почему деление миллионных чисел было доступно лишь бородатым мужам, посвятившим этому занятию всю свою жизнь. С введением арабских цифр все переменилось. Теперь десятилетние школьники с помощью простейшего набора правил (алгоритма) могут делить и миллионные и миллиардные числа. Объем смысловой информации остался тем же, но правильная организация и удобное символическое обозначение позволяют провести обработку быстро и экономно.

Вполне возможно, что сложнейшие понятия современной математики, которые сегодня доступны лишь немногочисленному отряду специалистов, в XXI веке войдут в программу средней школы — при условии, что будет найдена адекватная форма организации и символизации материала. Тогда сложнейшие понятия и соотношения будут записаны в виде простых и доступных формул, подобно тому, как уравнения Максвелла умещаются в две короткие строчки, если их записать в векторной форме.

Четкое и сжатое символическое обозначение не только облегчает усвоение материала учащимися. Экономная запись уже известных фактов, лаконичная форма изложения уже разработанной теории — это необходимая предпосылка дальнейшего продвижения вперед, один из существенных этапов прогресса науки. Ввести новый элегантный способ символизации, изящно изложить уже известную теорию — такая работа тоже носит творческий характер и требует нестандартности мышления.

СПОСОБНОСТЬ К ПЕРЕНОСУ

Весьма существенно умение применить навык, приобретенный при решении одной жизненной задачи, к решению другой, то есть умение отделить специфический аспект проблемы от неспецифического, переносимого в другие области. Это, по сути, способность к выработке обобщающих

стратегий. Вот слова польского математика Стефана Банаха:

«Математик — это тот, кто умеет находить аналогии между утверждениями; лучший математик тот, кто устанавливает аналогии доказательств; более сильный математик тот, кто замечает аналогии теорий; но можно представить себе и такого, кто между аналогиями видит аналогии».

Поиски аналогий — это и есть перенос навыка и выработка обобщающей стратегии.

СПОСОБНОСТЬ К «СЦЕПЛЕНИЮ»

Этим словом обозначается способность объединять воспринимаемые раздражители, а также быстро увязывать новые сведения с прежним багажом человека, без чего воспринятая информация не превращается в знание, не становится частью интеллекта.

БОКОВОЕ МЫШЛЕНИЕ

Широко распределенное внимание повышает шансы на решение проблемы Французский психолог Сурье писал «Чтобы творить — надо думать около». По аналогии с боковым зрением врач де Боно назвал боковым мышлением эту способность увидеть путь к решению, используя «постороннюю» информацию.

ЦЕЛЬНОСТЬ ВОСПРИЯТИЯ

Этим термином обозначается способность воспринимать действительность целиком, не дробя ее (в отличие от восприятия информации мелкими, независимыми порциями). На эту способность указал И П. Павлов, выделив два основных типа высшей корковой деятельности — художественный и мыслительный:

«Жизнь отчетливо указывает на две категории людей: художников и мыслителей. Между ними резкая разница. Одни — художники во всех их родах: писателей, музыкантов, живописцев и т. д.— захватывают действительность целиком, сплошь, сполна, живую действительность, без всякого дробления, без разъединения. Другие — мыслители — именно дробят ее и тем как бы умерщвляют ее, делая из нее какой-то временный скелет, и затем только постепенно как бы снова собирают ее части, и стараются их таким образом оживить, что вполне им все-таки так и не удается».

«Мыслитель» как тип высшей корковой деятельности — это отнюдь не идеал ученого. Разумеется, в науке нужны дотошные собиратели и регистраторы фактов, аналитики и архивариусы знаний. Но в процессе творческой работы необходимо умение оторваться от логического рассмотрения фактов, чтобы попытаться вписать их в более широкие контексты. Без этого не удается взглянуть на проблему свежим глазом, увидеть новое в давно привычном.

ГОТОВНОСТЬ ПАМЯТИ

В последнее время появилась тенденция пренебрежительно отзываться о памяти, противопоставляя ее мыслительным способностям. При этом приводят примеры творческих достижений людей с плохой памятью. Но слова «плохая память» слишком расплывчаты. Память включает в себя способность запомнить, опознать, воспроизвести немедленно, воспроизвести с отсрочкой. Когда человек ищет решение какой-нибудь проблемы, он может рассчитывать лишь на ту информацию, которую в данный момент воспринимает, и на ту, которую сумеет извлечь из памяти. При решении задачи на связывание двух бечевок[1] необходимо вспомнить о свойствах качающегося груза и ассоциировать эти знания с задачей Преимущество при решении получит не тот, у кого эрудиция богаче, а кто быстрее извлечет из памяти необходимую информацию. В таких случаях говорят о сообразительности, но одним из компонентов ее является готовность памяти «выдать» нужную информацию в нужную минуту. Это одно из непременных условий продуктивного мышления.

СБЛИЖЕНИЕ ПОНЯТИЙ

Следующее слагаемое умственной одаренности — легкость ассоциирования и отдаленность ассоциируемых понятий, смысловое расстояние между ними. Эта способность ярко проявляется, например, в синтезе острот.

ГИБКОСТЬ МЫШЛЕНИЯ

Под гибкостью мышления мы имеем в виду способность вовремя отказаться от скомпрометированной гипотезы. Нужно подчеркнуть здесь слово «вовремя». Если слишком долго упорствовать в поисках решения, исходя из заманчивой, но ложной идеи, то будет упущено время. А слишком ранний отказ от гипотезы может привести к тому, что будет упущена возможность решения.

СПОНТАННАЯ ГИБКОСТЬ

Спонтанная гибкость — это способность быстро и легко переключаться с одного класса явлений на другой, далекий по содержанию. Отсутствие этой способности называют инертностью, застойностью или окостенелостью мышления.

---

[1] В пустой комнате с потолока свисают две бечевки, расстояние между которыми так велико, что невозможно одновременно взять в руки оба конца Бечевки надо связать. Единственный инструмент, которым можно воспользоваться,— плоскогубцы.

ЛЕГКОСТЬ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ИДЕЙ

Еще одна составляющая творческой одаренности — легкость генерирования идей. Причем не обязательно, чтобы каждая идея была правильной:

«Можно считать аксиомой тот факт, что количество идей переходит в качество. Логика и математика подтверждают, что чем больше идей порождает человек, тем больше шансов, что среди них будут хорошие идеи. Причем лучшие идеи приходят в голову не сразу».

(А. Осборн).

СПОСОБНОСТЬ К ОЦЕНОЧНЫМ ДЕЙСТВИЯМ

Чрезвычайно важна способиость к оценке, к выбору одной из многих альтернатив до ее проверки. Оценочные действия производятся не только по завершении работы, но и многократно по ходу ее и служат вехами на пути творчества. Что оценочные действия и способности в известной мере независимы от других типов способностей, на это, кажется, первыми обратили внимание шахматные мастера. Среди критериев оценки следует назвать и эстетические критерии элегантности, изящества, простоты.

БЕГЛОСТЬ РЕЧИ

Легкость формулирования необходима, чтобы облечь новую идею в слова. Ее можно выразить и другим кодом (формула, график), но словесно-речевой код — самый универсальный.

СПОСОБНОСТЬ К ДОВЕДЕНИЮ ДО КОНЦА

Здесь имеются в виду не просто собранность и волевой настрой на завершение начатого, а именно способность к доработке деталей, к «доведению», к совершенствованию первоначального замысла.

●

Перечисленные типы творческих способностей, по сути, не отличаются от обычных, мыслительных. Понятия «мышление» и «творчество» зачастую противопоставляют. Но такая позиция приводит психолога-экспериментатора к грубой методологической ошибке, заставляя признать, что для «творческих личностей» должны существовать какие-то отдельные психологические законы. На самом же деле элементарные способности человеческого ума одинаковы у всех. Они только по-разному выражены — сильнее или слабее — и по-разному сочетаются между собой и с другими свойствами личности, что и создает неповторимый творческий почерк.

Почти не бывает людей, у которых сильно выражены все перечисленные выше способности. Но в научный коллектив могут быть подобраны люди, дополняющие друг друга. Древнегреческий поэт Архилох из Пароса, которому приписывается изобретение ямба, писал в известной басне, что «лисица знает много всяких вещей, а еж одну, зато большую». Научная группа, если она сформирована не наугад, должна объединять «лисиц» и «ежей», то есть людей широко образованных, но в чем-то недостаточно глубоких, и тех, кто углубился в тонкости одной темы, но лишен «панорамности мышления».

В связи с этим возникает проблема психологической совместимости и лидерства. Творческое бессилие или высокая эффективность отдельных групп нередко обусловлены неудачным или счастливым сочетанием разных типов способностей «Вычислить» вклад каждого члена группы очень трудно, и едва ли стоит этим заниматься. В самом невыгодном положении оказываются ученые наделенные способностью к оценке и критике, но не выдающие собственных идей или не умеющие их осуществлять. Однако роль таких участников для группы порою незаменима, хотя не бросается в глаза, не материализуется в нечто ощутимое. Это иногда служит причиной драматических столкновений.

Получило распространение предложенное Дж. Гилфордом деление мыслительных операций на **дивергентные** и **конвергентные**.

Конвергентное мышление направлено на получение результатов, которые однозначно определяются тем, воспроизведет ли память ранее заученные сведения. Конвергентное мышление остается в рамках формальной логики и не совершает тех фантастических скачков, которые нужны для получения нового В процессе конвергентного мышления человек реализует не все свои мыслительные возможности.

Дивергентное мышление связано с уходом от привычного, от ожидаемого, в нем есть внезапные ассоциативные переходы, логические разрывы, необъяснимые, казалось бы, переключения мысли.

Шесть типов способностей — зоркость в поисках проблем, беглость речи, легкость генерирования идей, гибкость, отдаленность и оригинальность ассоциаций — дают дивергентный тип мышления, которое уходит от известного, от привычного, от ожидаемого. Дивергентное мышление связано с генерированием большого числа неожиданных альтернатив.

Существует зависимость между уровнем развития дивергентного мышления и особенностями воспитания. В прежние времена творческие способности предоставляли воле случая, полагая, что все «от бога» и что «талант всегда пробьет себе дорогу». Многовековой опыт человечества не подтверждает такие взгляды. Несомненно, наследственные факторы кладут предел творческим достижениям данного человека Но для реализации врожденных задатков нужны благоприятные условия.

ИГЛОУКАЛЫВАНИЕ БЕЗ ИГЛЫ



Среди старинных японских легенд есть такая. Как-то раз император пожелал познакомиться с самыми пожилыми из своих подданных. К нему привели крестьянина по имени Мампз, которому недавно исполнилось 194 года. Старик пришел не один. С ним были 173-летняя жена, 153-летний сын и его 145-летняя жена. Третье поколение представляли внук и его жена, которым вместе перевалило за 200.

Почти через полвека на торжественное открытие моста через реку Эдо пригласили долгожителей страны Восходящего Солнца. Среди почетных гостей вновь оказался теперь уже 242-летний старик Мампз. Вся семья Мампэ тоже приехала на торжества. Когда старейшину семьи спросили, что помогло им дожить до столь преклонного возраста, старец ответил: «Мы семь раз в месяц прижигали точку ста болезней».

Старинные руководства по восточной медицине насчитывают на теле человека около 600 особых «жизненных» точек. Воздействуя на каждую из них, древние медики могли направленно влиять на больной организм. Раздражать точки можно было по-разному. Чаще всего зто делали с помощью игл. Еще в VIII веке до новой зры в одном из китайских трактатов говорилось: «В настоящее время болезни излечиваются двумя способами — внутренним (прием лекарств) и наружным (применение каменных игл)». Каменные иглы были первыми инструментами для лечения болезней укалыванием. С развитием металлургического производства иглы стали изготавливать из благородных металлов — золота или серебра, а затем и из нержавеющей стали. Такие иглы применяются и до настоящего времени.

Может быть, потому, что введение игл при лечении было связано с неприятными ощущениями у пациента, на точки акупунктуры стали воздействовать и нагреванием. Для нагревания и прижиганий восточные зскулапы использовали специальные сигареты, приготовляемые из сухой полыни,— полынь тлеет медленно, долго сохраняя тепло.

Широко распространившись в Азии (например, в Японии в 1913 году было зарегистрировано более семидесяти тысяч врачей, применяющих иглолечение), старинный метод с большим опозданием был принят европейской медициной. В 1816 году французский врач Берлиоз, отец знаменитого композитора, впервые рассказал в своих мемуарах об успешных опытах лечения больных иглоукалыванием. В 60-х годах нашего столетия в Париже изучением и разработкой способов иглотерапии занималось уже несколько научных обществ. Кабинеты иглоукалывания в настоящее время есть во многих медицинских учреждениях Советского Союза.

Одна из главных черт, характеризующих развитие биологии в последнее время,— массовое проникновение в науку о жизни различных технических средств. Даже старые способы лечения с помощью злектрических аппаратов и злектронных приборов как бы рождаются заново, неизмеримо возрастает их эффективность. Всеобщая тенденция к технизации не обошла и столь древнюю область медицины, как иглоукалывание и прижигания.

Советские ученые решили попробовать воздействовать на точки акупунктуры тончайшей световой иглой — лучом лазера. Во-первых, метод «светоукалывания» безболезнен, но медиков он привлекал еще и своей абсолютной стерильностью. Исследования по изучению биологического действия излучения оптического квантового генератора проводились в Казахском государственном университете и Алма-Атинском медицинском институте. С учеными сотрудничали врачи нескольких больниц столицы Казахстана.

Свет лазера подводился к выбранным точкам на теле больного с помощью гибкого световода. На кожу проецировалась крошечная, необычайно яркая красная точка. Облучение продолжается в течение нескольких секунд. Стремясь получить наиболее полную информацию о целебном действии световой иглы, ученые и медики применили новый метод для лечения целого ряда заболеваний.

Пока получены только первые обнадеживающие результаты. Раньше, чем разрешить применять новое средство лечения, его нужно всесторонне проверить и испытать. Это требует времени. И все же хочется надеяться, что в недалеком будущем мы сможем увидеть на двери врачебного кабинета табличку с необычной надписью «Светоукалывание».

Ю. КОЛЕСНИКОВ.



ЛЕТОПИСЬ РУССКОЙ ФИЗИКИ

Ровно век тому назад в России появился первый отечественный специализированный журнал по физике — «Журнал Русского Физического Общества», предшественник современного «Журнала Экспериментальной и Теоретической Физики». Перечитывая сегодня его страницы, мы как бы заново проходим весь путь развития физики в нашей стране.

Номер за номером... Со страниц журнала звучат голоса всех эпох развития науки, через которые прошла русская физика за эти сто лет.

Кандидат физико-математических наук Ю. ЦИПЕНЮК.

В КОНЦЕ ВЕКА

«...Посредине комнаты, занимая чуть ли не половину площади ее пола, стоит на стеклянных ножках некое чудище со стеклянным кругом на стеклянной оси, над ним несколько многоведерных лейденских банок, в углу на полочке, а чаще на подоконнике (меньше трясет) простенький гальванометр, тогда называвшийся «мультипликатор с астатической стрелкой», агометр Якоби, батарея Даниеля, испорченный телеграфный аппарат Морзе и электрический звонок, не для вызова сторожа, а как физический прибор — вот и все».

Так, выступая в 1914 году на заседании физического отделения Русского физико-химического общества, Алексей Николаевич Крылов описывал «обычную обстановку электрического отдела физического кабинета любого высшего учебного заведения лет сорок тому назад».

Ни физических лабораторий, ни периодического печатного органа по физике, ни единого центра, вокруг которого могли бы группироваться физики, не было тогда в России. Правительство игнорировало научные интересы. Все это тормозило развитие оригинального научного творчества.

«Лет сорок назад», — сказал Крылов. Это был важный в жизни страны исторический период, начавшийся с отмены крепостного права, — пора быстрого развития капитализма в России. В эти годы создались благоприятные условия для создания физического общества.

ПО СТРАНИЦАМ ЖУРНАЛА

1881 — Р. А. Колли излагает теоретические соображения о возможности экспериментального наблюдения инерции ионов.

1884 — Н. П. Петров создает гидродинамическую теорию смазки.

1889 — А. Г. Столетов публикует основополагающую работу по фотоэффекту.

1890 — Н. Е. Жуковский в статье «К теории летания» впервые высказал мысль о том, что причиной подъемной силы в воздухе может быть образование вихрей.

1890 — В. А. Михельсон в своих работах создает физические основы теории горения и взрыва.

1896 — А. С. Попов публикует описание первого в мире радиоприемника.

1897 — А. И. Садовский теоретически предсказывает эффект вращательного действия поляризованной световой волны.

1900 — П. Н. Лебедев сообщает о своих ставших классическими опытах по измерению давления света на твердые тела.

1904 — А. А. Эйхенвальд описывает фундаментальные исследования по электродинамике движущихся сред, по измерению магнитного поля движущихся зарядов.

1906—1908 — А. Р. Колли публикует свои пионерские работы по радиоспектроскопии жидкостей; им обнаружены молекулярные полосы поглощения у бензола, толуола и ацетона.

1908 — П. Н. Лебедев приводит результаты экспериментального доказательства существования светового давления на газы.

1910 — А. Ф. Иоффе описывает работы по измерению магнитного поля катодных лучей — тем самым подтверждается единая природа возникновения магнитного поля.

1910 — Д. С. Рождественский публикует работы по аномальной дисперсии света; в научной литературе появляется новый термин: «метод крюков».

1911 — Н. П. Неклепаев описывает первые работы по молекулярной акустике.

1911 — П. П. Лазарев сообщает результаты экспериментального исследования температурного скачка на границе газ — твердое тело.

Физический кружок сформировался вокруг А. Г. Столетова в Москве. Петербургские физики собирались на квартире известного педагога К. Д. Краевича, автора школьного учебника физики, на котором воспитывалось несколько поколеиий ученых

Признанным лидером петербургских физиков был тогда Федор Фомич Петрушевский (1828—1904). Один из пионеров экспериментального обучения физике, он в 1885 году организовал в Петербургском университете первую учебную физическую лабораторию, написал университетский «Курс наблюдательной физики» (1874). И когда 11 марта 1872 года физики России собрались, чтобы принять устав своего физического общества, Федор Фомич был единогласно избран его председателем.

12 октября 1872 года в обществе с первым научным сообщением выступил Д. И. Менделеев. Его доклад был посвящен «сличению двух метров и двух килограммов с нормальными мерами Парижской консерватории искусств и ремесел». В тот же деиь был утвердительно решен вопрос о том, чтобы «войти в сиошения с Химическим обществом касательно напечатаиия физических статей в журнале этого Общества».

Так с 1873 года появился журнал Русского химического и физического общества. С объединеиием обоих обществ в 1878 году журнал стал называться «Журналом Русского физико-химического общества» (ЖРФХО).

Обязанности редактора были возложены на делопроизводителя общества Д. К. Бобылева. Ему же приналлежит первая статья, опубликованная в журнале, «О рассеянии электричества в газах». (Интересио отметить, что эта работа заинтересовала вашингтонского профессора астрономии и метеорологии К. Аббе, который вскоре перевел ее на английский язык.)

Международные связи общества ширились с каждым годом. На заседании 28 апреля 1881 года И. И. Боргман сообщил, что на разосланные им от имени Физического отделения РФХО приглашения вступить в обмен изданиями согласием ответили Философское общество в Глазго, Физическое общество в Лондоне, Общество спектроскопистов в Риме, Бостонская академия наук (США), Эдинбургское королевское общество, Туриискaя академия наук. Список говорит сам за себя.

Научный авторитет Физического общества и его журнала ЖРФХО рос быстро. И, пожалуй, лишь сегодня мы можем оценить это в полной мере.

Обратимся к протоколу заседания общества от 26 октября 1882 года:

«П. П. Фан-дер-Флит, представляя статью о теории газов преподавателя уездиого училища в г. Боровске, Калужской губернии, г. Циолковского, сообщает, что хотя статья сама по себе не представляет ничего нового и иекоторые выводы в ней не вполие точны, но тем не менее она обнаруживает в авторе способности и трудолюбие, так как автор не воспитывался в учебном заведении и своими знаииями обязаи исключительно самому себе; единственным источником для представленного сочинеиия автору служили некоторые элементарные учебники механики, «Курс наблюдательиой физики» проф. Петрушевского и «Осиовы химии» проф. Меиделеева.

Ввиду этого желательно содействовать дальиейшему самообразоваиию автора». (К. Э. Циолковскому было тогда 25 лет!)

Общество постановило ходатайствовать перед попечителем Петербургского или Мос-

1913— В. К. Аркадьев излагает результаты исследования ферромагинтных свойств металлов иа высоких частотах, вводит поиятие о магинтной проиицаемости вещества.

1914— П. С. Эреифест излагает теорию адиабатическнх иивариаитов и ее применение к квантовой теории.

1916 — А. Ф. Иоффе и М. В. Кирпичева описывают исследоваиия по злектропроводности чнстых крнсталлов.

1924—А. А. Фридман публнкует свои результаты решения уравиеиий общей теории отиосительностн; ои впервые показывает возможость иестационариого решеиия — модель расширяющейся Вселениой.

1924—Д. В. Скобельцыи опнсывает нсследоваиие комптоновского рассеяння с помощью камеры Вильсоиа.

1924 —А. Н. Терении публикует работы по оптическому возбуждению атомов.

1926—1928 — Н. Н. Семеиов нзлагает работы по кинетике химнческих реакций.

1928 — И. В. Курчатов и П. П. Кобеко сообщают об открытин сегиетоэлектрнчества.

1934—А. И. Алнханов и М. С. Козодаев описывают эксперименты по магиитной спектроскопин бета-лучей, в которых впервые прнменялся метод совпадеиий.

1935— А. А. Андронов и А. Г. Любина излагают результаты исследоваиия автоколебательных снстем и примененин теории Пуаикаре о «точках бифуркации» и «смене устойчивости».

1936—Я. И. Френкель вводит поиятие об экситоне — злементарном злектрнческн нейтральном возбужденнн.

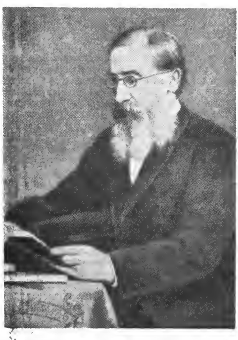
1937— Л. Д. Ландау нзлагает теорню фазовых переходов II рода, теорню сверхпроводнмости (предсказаиие промежуточного состояиня).

1938— А. А. Власов публикует теоретнческое опнсание коллектнвных процессов в плазме.

1940— К. А. Петржак и Г. Н. Флеров сообщают об открытни спонтаниого деления ядер.

1940— Я. Б. Зельдовнч и Ю. Б. Харнтон излагают теоретическое нсследованне по киаетнке цепной реакцин деления.

1941—П. Л. Капица и Л. Д. Ландау публикуют результаты зкспериментального и теоретического исследования явлення сверхтекучестн.



Ф. Ф. Петрушевский.

ковского округа о переводе К. Э. Циолковского, если он это пожелает, в такой город, в котором он смог бы пользоваться научными пособиями.

К. Э. Циолковский еще несколько раз присылал в Физическое общество свои работы и неоднократно получал в ответ благодарности «за доставление интересного исследования».

Надо ли говорить, как важна была такая поддержка для начинающего ученого!

ГОДЫ РЕАКЦИИ

11 января 1905 года на заседание Физического отделения РФХО пришло всего лишь 16 человек. Председательствующий И. И. Боргман зачитал присутствующим заявление за подписью 31 члена общества, только что присланное на его имя.

Письмо гласило: «Глубоко потрясенные кровавыми событиями, разразившимися в последние дни в С.-Петербурге, мы, нижеподписавшиеся, не в силах заниматься в настоящее время научной работой и покорнейше просим отложить сегодняшнее заседание, доложив о нашей просьбе присутствующим в собрании членам Отделения». В тот день собрание ограничилось только чисто деловой частью намеченной программы.

В отчете общества за 1905 год говорится: «В текущем отчетном году ученая деятельность Отделения физики выразилась менее интенсивно, чем в предыдущие годы. Явление это, общее для многих ученых обществ России, несомненно, стоит в связи с общественными волнениями, охватившими страну».

Отзвуки политической жизни России слышатся в скупых строках протоколов заседаний Физического общества. Вот некоторые выдержки

1908 год. Доложена просьба И. И. Евстратова о бесплатной высылке журнала вновь образовавшемуся физико-математическому кружку ссыльных поселенцев на Ангаре. Решено — удовлетворить просьбу.

1909 год. Доложена просьба бывшего студента Санкт-Петербургского университета Афанасия Ивановича Николаева о бесплатной высылке ему в Александровскую каторжную тюрьму в Иркутске журнала «Вопросы физики» (II часть ЖРФХО). Совет Отделения предлагает удовлетворить эту просьбу, запросив предварительно администрацию тюрьмы о том, будет ли журнал доставляться заключенному.

1911 год. Отклонить ходатайства журналов «Завоевание воздуха», «Приходский священник», «Трезвые всходы», «Рыболов-охотник» об обмене изданиями и объявлениями.

11 января 1911 года Совет министров издал постановление «О недопущении в стенах высших учебных заведений студенческих собраний и вменении в обязанность полицейским чинам принимать быстрые и решительные меры против них». Ректор Московского университета А. А. Мануйлов представил Совету университета доклад о создавшемся положении и заявил, что он не видит для себя возможности нести обязанности ректора при таких условиях, когда во главе университета поставлена полиция. Помощник ректора М. А. Мензбир и проректор П. А. Минаков, солидаризуясь с Мануйловым, подали аналогичные заявления. В знак протеста против политики тогдашнего министра народного просвещения Кассо из университета ушло более 100 профессоров, доцентов и ассистентов, в том числе и П. Н. Лебедев.

8 марта 1911 года под председательством Н. Г. Егорова было проведено заседание Физического отделения РФХО. По-видимому, это было одно из самых бурных заседаний за всю историю общества. Большинством в 37 голосов против 16 принимается постановление:

«Физическое Отделение Русского Физико-Химического Общества не может обойти молчанием тяжелый кризис, постигший Физический институт Московского университета.

Этот кризис прерывает научную деятельность ученых, исследования которых заняли выдающееся место в научной системе современной физики. Теоретическое значение этих исследований и то искусство, с которым едва уловимые эффекты подвергались точному измерению, нашли достойную оценку во всемирной физической литературе.

Мы не можем примириться с мыслью, что старейший русский университет лишается такой исключительной по своему значению школы физиков, и надеемся, что на-

станет время, когда ее представители опять возвратятся в стены Физического института Московского университета».

Высокую гражданственность общество не раз проявляло в своих выступлениях — осуждая ли реакционную политику царского правительства, утверждая приоритет русской науки в изобретении радио или протестуя против позорного решения Парижской академии наук, которая в 1911 году приняла в свои ряды малопримечательного физика лишь затем, чтобы... не допустить в академию женщину (Этой женщиной была не кто иная, как Мария Кюри!)

ВСЕРОССИЙСКИЕ СЪЕЗДЫ

Первый параграф устава Русского физико-химического общества гласил: «...РФХО имеет целью содействовать успехам всех отделов физики и химии и распространять физико-химические знания».

Конечно, за скупой формулировкой нельзя разглядеть ту поистине огромную работу, которую проводили члены общества. Рассмотрим лишь одну сторону этой деятельности — организацию и проведение всероссийских съездов, материалы которых полностью печатались в журнале общества. Съезды способствовали консолидации научных сил высших учебных заведений, и в частности научной молодежи, а участие выдающихся русских физиков обеспечивало высокий научный уровень съездов. Благодаря журнальным публикациям аудиторией съезда становилась вся научная Россия.

В начале XX века физические исследования сосредоточиваются уже не только в Москве и Петербурге, а начинают проводиться во многих «провинциальных» городах — Одессе, Харькове, Казани, Варшаве, Саратове, Киеве, Юрьеве (Тарту), Томске. Выросли в этих городах и первоклассные ученые. Так, например, кафедру физики в Томске, в Технологическом (ныне Политехническом) институте с 1909 по 1924 год возглавлял профессор Б. П. Вейнберг. Под его руководством в институте были выполнены первые серьезные исследования по физике.

Вейнберг был страстным пропагандистом физики твердого тела. В наши дни это одно из главных направлений физических исследований, приведшее к созданию полупроводниковой и лазерной техники. Тогда же эта область физики не привлекала особого внимания ученых.

Выступая в 1913 году на II Менделеевском съезде, Вейнберг, в частности, сказал: «По отношению к физике твердого тела можно без преувеличения сказать, что это область захудалая и весьма медленно развивающаяся. Яркий пример, просматривая Fortschritte der Physik за 1905—1910 годы, я выписал названия лишь 109 работ, относящихся — прямо или косвенно (иной раз очень косвенно) — к физике твердого тела, что дает в среднем по 18 работ в год, тогда как непосредственный подсчет всех работ за один 1905 год (мне жаль было времени для таких подсчетов за следующие годы) дал около 3 400.



Д. К. Бобылев.

Отчего это так?

Не в обиду будь сказано отдельным физикам, работа физиков, как одного целого, пока — да, верно, и всегда будет — очень неравномерна как по отношению к распределению по всему фронту наступления на скрывающую свои тайны природу, так и по отношению к распределению этого наступления во времени. На шахматной доске истории физики нередки эпохи, когда король или королева — а иногда и пешки — устремляются без поддержки других фигур далеко во вражеский стан, и бывали случаи, когда они так и погибали или без успеха возвращались на прежнее место.

Напомню более крупную судорогу: стремительное движение массы физиков вслед за Круксом в поисках «лучистого состояния материи» — движение, пыл которого быстро остыл, так что вскоре на поле битвы остались лишь несколько запоздалых бойцов, бродивших там без определенной мысли, без плана дальнейшего наступления, пока массу физиков не всколыхнули снова путеводные звезды α, β, γ созвездия Электрона.

Факт постоянного увлечения едва ли не большинства физиков каждой данной эпохи модными и бросками вопросами может быть сопоставлен с другими аналогичными явлениями в интеллектуальной и материальной жизни человека... Вероятно, многие из присутствующих с большим удовольствием прослушают один раз Шаляпина,

чем десятки раз разных посредственностей.

Физика твердого тела, в общем, никогда не была модным и ярким объектом работы физиков, как одного целого. Эта немодность и неяркость физики твердого тела, несомненно, была одной из главных причин ее медленного развития.

Работающим в этой области может служить утешением, что главнокомандующий не обязательно находится в авангарде, а может шествовать и в арьергарде; что паровоз не всегда ставится в начале поезда; что при взгляде на идущего человека можно подумать, что его тянет вперед та нога, которая с вытянутым носком устремляется вперед, тогда как на самом деле его подталкивает та нога, которая в данный момент находится сзади; что на аэропланах винт расположен иногда спереди, а иногда — сзади; что гордо вздымающий волны нос корабля только пробивает путь ему но движущая сила — на корме».

ПОСЛЕ ОКТЯБРЯ

В 1918 году на первой странице 50-го тома ЖРФХО печатается следующее: «Редакционный комитет Физического отдела Журнала Русского Физико-Химического Общества считает долгом довести до сведения читателей, что издание журнала как в конце прошлого года, так и в текущем году, несмотря на сильное вздорожание печатания, явилось возможным осуществить лишь благодаря вниманию руководителей Комиссариата Народного Просвещения, отпустивших из средств Комиссариата по ходатайству председателя Отделения О. Д. Хвольсона на поддержание издания 40 000 рублей. Редакционный комитет считает долгом принести Комиссариату в лице Товарища Народного комиссара по просвещению Союза Коммун Северной области З. Г. Гринберга, а также председателю Отделения проф. О. Д. Хвольсону самую глубокую благодарность за предоставление возможности не прекращать издания Журнала».

В суровый 1919 год в Петрограде собирается съезд физиков. Представитель Комиссариата народного просвещения А. Н. Кайгородов в своем выступлении сказал: «Успех нового строя зиждется на успехе точных наук. Наука, организуя труд, позволяет направлять его по пути наибольшей производительности. Поэтому поддержка и развитие точных знаний есть первая задача обновленного строя. Задачи науки, не метафизической и самодовлеющей, не могут отличаться от задач всей жизни..»

С 1924 года ЖРФХО издается вновь организованным Главным управлением научных учреждений (Главнаука). Теперь уже не надо заботиться о том, как финансируется издание журнала и где его печатать,— все это обеспечивало государство. Редактором журнала становится А. Ф. Иоффе.

Вместе с молодым Советским государством развивалась и крепла советская физика. Образованные еще в 1918 году научные институты активно взялись за разработку актуальных физических проблем. Физическое общество уже играло намного меньшую роль, и постепенно необходимость его существования отпала.

ВЧЕРА, СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

В связи с реорганизацией научных обществ и институтов примерно в 1930 году Физико-Химическое Общество прекратило свое существование — все вопросы организационного порядка решались теперь Академией наук. Естественно, прекратился и выпуск журнала общества — «Физической части ЖРФХО». В 1931 году появился его «наследник» — новый «Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики». Ответственными редакторами журнала стали А. Ф. Иоффе и Л. И. Мандельштам.

Сейчас трудно установить, как возникло название нового журнала. По всей видимости, оно логически вытекало из характера публикуемых в нем статей. Еще в 1924 году, когда издание журнала перешло в ведение Главнауки, в аннотации «Физической части ЖРФХО» значилось· «В журнале помещаются исключительно оригинальные статьи научного характера по вопросам экспериментальной и теоретической физики». Следует отметить, что еще в 1918 году часть функций ЖРФХО, а именно обзорная, перешла к вновь образовавшемуся тогда журналу «Успехи физических наук». В 1930 году был создан «Журнал технической физики».

С середины пятидесятых годов в нашей стране начинают издаваться многие новые специальные физические журналы Нужно было выработать критерии отбора статей для публикации в ЖЭТФ, единые требования и общие принципы журнала. Постепенно создалось «Положение о «Журнале Экспериментальной и Теоретической Физики», основные пункты которого гласят·

«Статьи, публикуемые в журнале, должны представлять по своей научной значимости общий научный интерес — по экспериментальной или теоретической физике; их быстрое напечатание должно быть существенным для успешного развития физики у нас в стране.

Признать целесообразным публикацию лишь таких статей по смежным наукам (в том числе по биофизике), содержание которых может быть понято и оценено физиками и рецензирование их может быть осуществлено силами физиков

Дискуссии приветствуются, но лишь не носящие личного характера и имеющие общенаучный интерес. Журнал не печатает мнение одного автора о квалификации другого, а лишь замечания по его работе, имеющие чисто научное значение. Бюро редакции может, по своему усмотрению, ознакомить критикуемого автора с критической статьей до ее опубликования

Рецензирование всех статей, поступающих в редакцию, является обязательным. в том числе и статей членов редколлегии.



Регулярно, два раза в месяц, в кабинете у главного редактора ЖЭТФ П. Л. Капицы собирается бюро редколлегии — Е. М. Лифшиц, А. С. Боровик-Романов, М. А. Леонтович, С. Ю. Лукьянов, И. Е. Дзялошинский, Г. Ф. Жарков,—тщательно отбирая присланные статьи (заметим, что 40 процентов статей отклоняется), воплощая в жизнь основные принципы журнала, которые обеспечивают ему ведущее место в советской и мировой науке.

На снимке: идет заседание редколлегии. Слева направо: Г. Ф. Жарков, З. П. Кукакова, Е. М. Лифшиц, М. А. Леонтович, П. Л. Капица, Э. Л. Андроникашвили, В. П. Джелепов.

Фото Ю. Заёчкина.

Отзыв рецензента для редколлегии служит материалом для разбора статьи, причем прежде всего отзыв является ответом на вопрос, как будет воспринята статья научной общественностью. Отрицательный отзыв еще не может служить причиной отклонения статьи».

Следуя этим основным принципам, редколлегия все время совершенствует формы журнала, отвечающие требованиям современности. Так, в 1966 году было решено издавать в виде приложения к ЖЭТФ «Письма в редакцию» с периодичностью два раза в месяц.

Каково будущее журнала в связи со все убыстряющимся ростом потоков информации? Сейчас она поступает от автора научной работы к читателям в основном через журнал. Естественно, журнал должен достаточно расторопно исполнять обязанности посредника.

Как известно, срок публикации статьи в ЖЭТФ равен 6 месяцам, в «Письмах в ЖЭТФ» — 1—2 месяцам.

Журнал передает информацию всем читателям, однако процент читателей, которых интересует данный вопрос, обычно невелик. Поэтому очевидно, что такой способ не самый совершенный.

Трудно сказать, как будет решена эта важная проблема в будущем. В какой-то мере решению должно способствовать появление большого числа специализированных журналов. Казалось бы, это должно вести к снижению роли и деградации общефизического журнала, Но время показало, что существование журнала, охватывающего все области физики, журнала, в котором публикуемые статьи носят принципиальный характер, необходимо.

В соответствии с методами познания современная физика разделилась на экспериментальную и теоретическую. Все возрастающая специализация практически приводит к полному выделению многих современных направлений в самостоятельные области исследований. Однако, оставаясь единой наукой, физика должна дать человеку правильное понимание общих законов природы, создать целостную, объективную физическую картину мира. Именно с этой точки зрения ЖЭТФ был и остается ведущим физическим журналом нашей страны. Он связывает воедино все отрасли естествознания, и именно в этом была и остается его основная роль.

УВЛЕКАТЕЛЬНО О ТРУДНОМ

В издательстве «Мир» вышла небольшая книжка Х. Рачлиса «Физика в ванне» (перевод с английского кандидата педагогических наук Р. Нудельмана).

Книга рассказывает о физических явлениях, которые можно наблюдать с помощью такого «лабораторного оборудования», как ванна. Все опыты, описанные в книге, просты, и, надо полагать, многие любознательные читатели их непременно проделают. Но автор не ограничился только описанием опытов, которые можно поставить в ванной комнате, он выводит читателя далеко за ее пределы — на простор озер, морей и даже в космос.

Используя простые физические явления, доступные наблюдению самого широкого круга читателей, автор расширяет темы бесед и сообщает множество интересных научных сведений.

Например, переходя от рассматривания волн на воде в ванне, автор рассказывает о звуковых волнах, их природе, о том, как они распространяются в закрытом и открытом пространстве, как они отражаются от стен комнат или от далеких холмов, как происходит явление резонанса и как это явление используется для улучшения звучания музыкальных инструментов. «Наверное, каждому из вас случалось хоть раз задумываться, почему корпус скрипки или виолончели имеет такую причудливую форму?» — спрашивает автор, а после обстоятельного объяснения заканчивает главу: «Как это мы ухитрились — начали с ванной комнаты, а кончили скрипкой? Это и есть одна из загадок любой науки. Научные законы обладают удивительной особенностью — они приложимы ко всему, что нас окружает, включая ванные комнаты, скрипки и бутылки из-под молока».

Книга учит наблюдать природу, делать выводы из этих наблюдений. Она прививает любовь к самостоятельным опытам, творческому поиску. Она интересна не только для тех, кто только начал изучать физику, но и для тех, кто ее уже немного подзабыл и поэтому с удовольствием вспомнит некоторые из ее увлекательных законов.

Ф. РАБИЗА.

ЗАДАЧИ ИЗ КНИГИ Х. РАЧЛИСА «ФИЗИКА В ВАННЕ»

В книге Х. Рачлиса, кроме основного текста, помещены задачи и темы для самостоятельных исследований. Ниже приведено несколько задач из этой книги.

1. Почему, когда оркестр играет в большом зале, музыка звучит по-разному — в зависимости от того, полон зал или пуст?

2. Раскат грома вы услышали спустя 25 секунд после того, как вдалеке увидели вспышку молнии. На каком расстоянии сверкнула молния?

3. На каком расстоянии находится крутой склон, от которого эхо приходит через 1,3 секунды после возгласа?

4. Если нырнуть в чистое озеро или пруд и открыть глаза под водой, то очертания предметов на дне кажутся смазанными. Но если надеть маску с прозрачным стеклом так, чтобы между стеклом и глазами был воздух, то предметы видны совершенно отчетливо. Как вы это объясните?

5. Однажды царь приказал Архимеду установить, сколько потребуется золота, чтобы оно по весу равнялось весу слона. Но таких весов, чтобы взвесить этот громадный груз, нигде не оказалось. Интересно, каким же способом — и довольно простым — Архимед решил эту задачу?

6. Баночка доверху наполнена водой. Что произойдет с водой, если на ее поверхность осторожно положить канцелярскую скрепку?

7. Что быстрее охлаждается — наполненная горячей водой ванна или стакан горячей воды?

8. Удастся ли вам придумать три способа, позволяющих ускорить испарение жидкости? Как объяснить, почему каждый из них помогает испарению?

9. Почему в сырую погоду теплее, чем в сухую? (Конечно, имеется в виду, что в том и другом случае температура воздуха одинаковая.)

Ответы см. на стр. 158.

ПЕРВЫЕ ЗЕМЛЕДЕЛЬЦЫ ПЛАНЕТЫ

Археологические открытия последних лет во многом изменили наши представления о далеком прошлом человечества. Где и когда люди впервые научились выращивать хлеб, разводить скот и строить постоянные жилища из дерева, глины и камня? В каком отношении друг к другу стоят древнейшие очаги культуры в Старом Свете? На каких материалах и какими именно методами решаются загадки древней истории? Обо всем этом и рассказывают помещенные ниже материалы.

Доктор исторических наук Р. МУНЧАЕВ и кандидат исторических наук В. ГУЛЯЕВ.

«СТРАНА МЕЖДУ ДВУМЯ РЕКАМИ»

Ирак — в буквальном смысле слова дар двух крупнейших рек Ближнего Востока — Тигра и Евфрата. С незапамятных времен несут они свои мутные и норовистые воды от горных хребтов Тавра (на территории современной Турции) к плоским берегам Персидского залива. Наносы этих великих азиатских рек и создали среди каменистых пустынь обширную и плодородную долину — цветущий оазис в оправе желто-коричневых мертвых песков и опаленных солнцем гор. Древние греки называли ее Месопотамией — «Междуречьем», или «Страной, лежащей между двух рек». Современное название — Ирак — имеет примерно тот же смысл. В переводе с арабского «Ирак» означает «Земли, находящиеся по берегам».

Древняя земля Месопотамии знаменита не только своим феноменальным плодородием и неисчерпаемыми запасами нефти. «Мы знаем сегодня,— пишет немецкий ученый Э. Церен,— что в недрах этой земли скрыты древнейшие культуры, созданные человечеством. Там находится колыбель нашей культуры, колыбель человеческого гения, его представлений и понятий, его веры и убеждений».

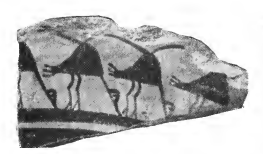
Еще в начале XIX века наши познания о прошлом Месопотамии — от эпохи кровавых ассирийских царей, проклятых библейскими пророками (II тысячелетие до н. з.), до раннего средневековья — были ничтожно малы.

● ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ, ДОГАДКИ

ГИПС—КАМЕНЬ ПРЕТКНОВЕНИЯ



В начале этого столетия английский археолог и антрополог Артур Эванс открыл на острове Крит, недалеко от нынешнего города Гераклиона, остатки величественного дворца. Огромное число помещений, сложная планировка дворца позволили его отождествить с мифическим лабиринтом, в котором терзал свои жертвы полубык, получеловек Минотавр. Дворец, названный Кносским потому, что он находился на территории давно исчезнувшего города Кносс, был признан всеми археологами выдающимся памятником высокоразвитой минойской культуры, которую примерно за 1 400 лет до нашей эры стер с лица земли чудовищный



Птицы. Роспись на глиняном сосуде (Ярымтепе 2).

Археология во миого раз расширила возможности исторической иауки. В 1843 году француз Поль Эмиль Ботта воткнул заступ в руины ассирийского дворца в Хорсабаде. Не прошло полувека, и его соотечественник де Сарзек открыл иа юге Ирака следы шумерской цивилизации. Потом последовали новые иаходки — англичаниииа Леоиарда Вулли в Уре и иемецких археологов в Уруке. Виовь раскопаниые шумерские города, как выясиили ученые, возиикли на рубеже IV—III тысячелетий до н. з., почти одновременно с Египтом, а может быть, н раньше.

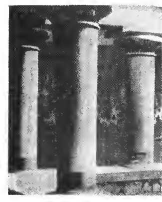
Чем больше узнавали археологи, тем становилось очевиднее: у жителей городов Шумера были предшественники. Мы не знаем, на каком языке оии говорили, к какому роду-племени прииадлежали. До наших дней сохранились лишь скромные остатки нх материальной культуры, выдержавшие разрушительный бег тысячелетий: обломки глиняной посуды, статуэтки богов и богинь, камеиные орудия труда, украшеиия, утварь и руины непрочных жилищ, выстроенных из глины, дерева и тростника. Это были первые земледельцы плаиеты. Именно оии заложили первый «кирпич» в фундамеит будущих блестящих цивилизаций. Здесь человек впервые научился выращивать хлеб, разводить скот и строить постоянные жилища. Здесь древние охотники и собиратели впервые перешли от присвоеиия готовых продуктов природы к непосредствеиному производству пищи — скотоводству и земледелию. Новые формы хозяйства привели к оседлому образу жизни, быстрому росту числа поселеиий, расцвету искусства и ремесел.

По принятой среди археологов традиции каждый крупный этап в развитии раинеземледельческой культуры получил название местности или пункта, где проводились раскопки. Так появились иа свет этапы• и культуры Хассуна (VI тысячелетие до н. з.), Халаф (V тысячелетие до и. э.) и Убейд (конец V—IV тысячелетия до и. з.).

Наиболее раннне памятники земледельцев встречаются только иа севере Месопотамии — в горах и предгорьях Курдистаиа (Загрос). И это еще раз подтверждает гениальное предвидеиие академика Н. И. Вавилова о приуроченности всех очагов первоначального земледелия к гориым тропическим и субтропическим зоиам.

ТЕЛЛИ СИНДЖАРСКОЙ ДОЛИНЫ

В ясный мартовскнй деиь, когда умытый весенними ливнями воздух особенно прозрачен н чист, с каменистых холмов, на склоиах которых прилепился небольшой городок Телль Афар, открывается вид почтн на всю Синджарскую долину. Ровная изумрудная поверхность необозримых полей обрамлеиа цепью невысоких гор н прорезана голубыми нитями речушек и ручьев, в большннстве своем высыхающих за время долгого иракского лета. С запада долину замыкает Синджарский хребет (до 1 250 метров высоты). Его темный силуэт напомннает припавшего к земле гигантского трехгорбого зверя. Но, пожалуй, самая примеча-

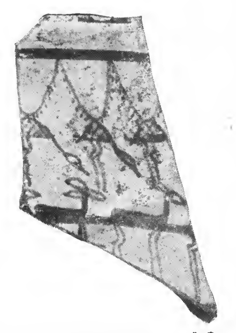


взрыв вулкаиа на острове Сантории.

Радостиые фрески иа стеиах этого дворца, комфортабельиые помещеиия для купаиия, система канализации и миогочислеииые кладовые, с одной стороны, а с другой — полное отсутствие у дворца каких-либо оборонительных сооружеиий и построек позволили археологам утверждать, что дворец неожидаиным образом подтверждает предание о «золотом веке», что в «золотую мннойскую эру» здесь царствовали радость н беспечность.

И вдруг немецкий профессор геологии Штутгартского уииверситета Гаис Георг Вуидерлнх выступил с утверждением, что Кносский дворец вовсе не зиал праздиичных дией, что ои был местом траура и печали. В своей киижке «Куда бык увез Европу?», тридцать тысяч экземпляров которой очеиь быстро разошлись, он пишет, что дворец был посвящеи культу смерти. Здесь хранили остаики умерших и приготавливали мумии. Он считает, что так изываемая «ванна царицы» иа самом деле была ее саркофагом; что большие раскрашеииые глиняные сосуды предиазиачались не для зериа и масла, как до сих пор считают, а храиили в себе, как урны, прах умерших; что углубления, похожие на ванны, которые можио встретить в так называемых «кладовых», на самом деле являлись кюветами, в которых препарировали трупы, готовя из них мумии.

тельная черта местного пейзажа — искусственные холмы-телли. Их размеры и очертания необычайно разнообразны. Треугольные и трапецевидные, овальные и полусферические, огромные по площади высоченные горы и совсем крохотные бугорки, едва заметные среди зелени посевов. Днем все живое здесь прячется, спасаясь от губительного жара. И древние холмы кажутся заброшенными и мертвыми. Даже их постоянные обитатели — ленивые змеи, юркие ящерицы и пугливые грызуны — уходят в сумрачные и прохладные лабиринты своих нор. И когда раскаленный от зноя воздух начинает почти осязаемо струиться над синджарской степью, возникают причудливые миражи: телли отрываются от земли и, словно старинные парусные фрегаты, торжественно отправляются на белых подушках облаков куда-то вдаль. Вечером картина меняется. В золотистых лучах предзакатного солнца долина оживает, наполняясь толпой отбрасываемых от древних холмов больших и малых теней. Это молчаливые призраки прошлого. Седые телли помнят, как почти восемь тысячелетий назад с крутых склонов гор Загроса спустились в благодатную Синджарскую долину племена первых земледельцев. Помнят грозный гул тяжелых ассирийских колесниц, мерную поступь прославленной греческой фаланги, пронзительную музыку военных маршей, под которые шагали по полям Европы, Азии и Африки непобедимые римские легионы. В истории ничто не исчезает бесследно. Каждый народ, каждая культура, на сколь бы малый срок ни обосновывались они в долине, оставляли после себя вполне осязаемые следы — руины городов и селений, превратившиеся со временем в бесформенные оплывшие холмы. Только на протяжении шестидесяти километров, разделяющих города Телль Афар и Синджар, где проходил когда-то самый удобный и короткий путь, связывающий Северную Месопотамию с Сирией и дальше, с побережьем Средиземного моря, известно сейчас несколько сотен различных теллей.

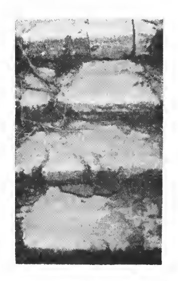


Хищные птицы нападают на газелей. Фрагмент росписи на глиняном халафском сосуде (Ярым-тепе 2).

Вся Синджарская долина, по сути дела, огромный археологический музей, экспонаты которого не упрятаны за прозаическое стекло витрин. Археологи не баловали прежде своим посещением этот уникальный заповедник древности. Если не считать отдельных разведочных рейдов 30-х годов и недавних работ англичан на громадном ассирийском городище Телль-эль-Римах, прошлое долины и особенно его наиболее ранние страницы во многом оставались загадкой для ученых.

«Камнем преткновения», который заставил Вундерлиха так решительно пересмотреть представления о Кносском дворце, стал гипс. Множество деталей кносской постройки сделаны из гипса. Вундерлих — геолог, геодинамик, а также человек, хорошо разбирающийся в строительстве сооружений, обнаружил, что в этом дворце лестницы и все полы ванных помещений сделаны из гипса. Глубоко озадаченный этим обстоятельством, он не сразу мог понять, почему минойцы, люди, по мнению археологов, высокоцивилизованные, использовали в строительстве дворца гипс — материал мягкий и легко разрушаемый водой. Почему они не применили вместо него мрамор или известняк? Вундерлих-геолог победил Вундерлиха-археолога. В самом деле, кому могли понадобиться ванные комнаты из гипсовых плит, ступеньки, сделанные из гипса, и сливы из ванны, сооруженные так, что вода непременно должна попасть на гипсовый пол?

Вундерлих стал исследовать дворец дальше и обнаружил много иных странных вещей. Почему в Кносском дворце не было кухонь? Почему так называемые «жилища» царя и царицы находятся в темном подвале, вместо того чтобы быть на верхнем этаже, полном света и воздуха? При





Гепард. Деталь росписи на глиняном сосуде (Ярым-тепе 2).

Весной 1969 года на зеленых склонах древнего холма в урочище Ярым-тепе возник небольшой палаточный городок — база первой экспедиции советских археологов в Ираке. Место для лагеря было выбрано далеко не случайно. Здесь, всего в семи километрах к юго-западу от Телль Афара, над степной гладью возвышается несколько теллей. Один из них наполовину размыт водами безымянного ручья. Отсюда и название всей окружающей местности: «Ярым-тепе», по-тюркски—«половина холма». Первый же осмотр теллей обнадеживал. Прямо на поверхности трех из них валялись обломки древней глиняной посуды, относившиеся ко времени основных раннеземледельческих культур Месопотамии: хассуиской культуры (холм 1), халафской (холм 2) и, наконец, убейдской (холм 3). На крохотном «пятачке», менее одного квадратного километра, была наглядно запечатлена вся история первобытных земледельцев Древнего Востока — от ее начальных шагов до порога цивилизации.

ЯРЫМ-ТЕПЕ 1: НАЧАЛО ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЭРЫ

Элемент случайности, простого везения по-прежнему играет немалую роль в жизни любого археолога. Но общий успех современных археологических экспедиций решают отнюдь не случайности, не отдельные сенсационные находки или энтузиазм одиночек, а четкий и продуманный план работы, верная методика, кропотливый, повседневный труд большого коллектива людей самых разных специальностей.

Процесс раскопок в Ираке имеет свои характерные особенности.

Месопотамия — страна «глиняных» культур и цивилизаций. На протяжении многих тысячелетий чуть ли не единственным строительным материалом здесь была глина. Из слегка высушенных на солнце кирпичей-адобов строили и скромные жилища, и величественные храмы, и пышные дворцы. Из той же глины местные жители делали посуду и статуэтки богов, грузики для веретен и литейные формы, остроконечные «пули» для пращи и печати — знаки собственности; даже серпы и топоры в некоторых районах Ирака изготовляли из глины, обожженной до твердости камня. На глиняных табличках древние шумеры записывали бессмертные строки своих поэм и легенд, сухие хозяйственные отчеты и указы царей.

Но глина очень непрочный материал. За считанные месяцы заброшенные глинобитные дома превращаются в бесформенные оплывшие холмики, ничем не отличимые по цвету от окружающей лессовой равнины. Почти в каждом синджарском телле таких древних домов не один десяток. Слой за

дворце нет конюшен и нет построек, где должны были бы стоять колесницы. Почему, наконец, эти огромные глиняные сосуды, якобы предназначенные для зерна и масла, так замурованы, что из них практически ничего нельзя достать?

Вундерлих выдвинул гипотезу, которая сразу ответила на все эти вопросы. Лестницы построены из гипса потому, что строители не ожидали какого-либо оживленного движения по ним. Огромные амфоры не служили хранилищами запасов, а в помещениях, находившихся в подвале, тоже никто никогда не жил. Кухни, конюшни и дворы для колесниц здесь были не нужны, потому что дворец не предназначался для живых людей.

Вундерлих говорит, что у него нет прямых доказательств правильности этого предположения, но он считает, что его мысли должны пошатнуть существующие ныне представления о Кносском дворце.

Вундерлих поставил под сомнение и причину исчезновения самой минойской культуры в результате взрыва вулкана на острове Санторин. Как геодинамик, он считает, что взрыв на Санторине, расположенном примерно в 120 километрах от острова Крит, вряд ли мог произвести столь опустошительные разрушения. Например, землетрясение, сильно повредившее Сан-Франциско в 1906 году, почти не ощущалось на расстоянии всего 70 километров. Вывод, который Вундерлих сделал из своих размышлений, звучит фантастично: не вулканический взрыв, не землетрясение и не огненная стихия виновны в разрушении Кносского дворца. Это сделали грабители могил.

Миф об Ариадне — дочери критского царя — рассказывает, что она дала афинскому герою Тезею нить, которая помогла ему выбраться из лабиринтов Кносского дворца после того, как он убил Минотавра. Очень может быть, что в

слоем уходят они в глубины холма, отражая смену веков, поколений и культур. Без привычки разобраться в хитросплетениях этой своеобразной архитектуры очень трудно. И здесь приходят на помощь опыт и интуиция шургатцев.

Это профессиональные рабочие-раскопщики из знаменитого селения Шургат, расположенного у высоких валов древней ассирийской столицы Ашшура. Вот уже более полувека почти все мужчины селения добывают хлеб насущный, участвуя в раскопках многочисленных археологических экспедиций, местных и иностранных. Драгоценный опыт, бережно передаваемый из поколения в поколение, постепенно сделал шургатцев настоящими мастерами земляных работ. Каждый из них тонко «чувствует» землю, по едва заметному оттенку в цвете или плотности легко отделяет стены глинобитных построек от такой же глинистой почвы. Их рабочий инструмент: треугольная тяпка с остро заточенными краями, насаженная на короткую рукоять,— «мар»; миниатюрная легкая кирочка — «кезма»; совок — «чамча» и нож — «сичин».

Решено было раскопать холм Ярым-тепе 1 полностью, от вершины до основания. До сих пор памятники столь отдаленной эпохи либо находили глубоко под землей, под мощными напластованиями более поздних культур, либо копали их с помощью узких траншей и шурфов, получая вместо общей картины прошлого лишь отдельные, не связанные между собой фрагменты. Это напоминает человека, который взялся судить о внутреннем убранстве большой полутемной комнаты, заглянув в нее на мгновение сквозь замочную скважину.

Иное дело, когда раскопки ведутся широкими площадями. Такая методика работ позволила проследить на Ярым-тепе 1, как на протяжении веков последовательно сменило друг друга несколько древних поселений земледельцев. Они мало чем отличались друг от друга и по своему внешнему виду



Расписная глиняная чаша из халафского погребения.

и по характеру культуры. Объем полученной при этом информации был прямо пропорционален огромному размаху работ. Наши прежние представления о многих страницах древнейшей истории Месопотамии претерпели существенные изменения.

Жители скромного земледельческого поселка Ярым-тепе 1 одними из первых в Старом Свете стали обрабатывать металл (в непотревоженных слоях VI тысячелетия до н. э. археологи нашли медное украшение и кусочки медных шлаков), стали строить сложные двухъярусные печи для обжига керамики, изготовлять каменные подвески-печати, мостить узкие улочки-проходы между домами прочным белым гипсом. Они выращивали на своих полях хлебные злаки: мягкую пшеницу, пшеницу-спельта, многорядный ячмень. Они приручили и стали разводить животных. Раньше считалось, что домашняя корова впервые появилась на Ближнем Востоке не ранее IV тысячелетия до н. з., теперь эта дата отодвинута в глубину веков еще почти на две тысячи лет.

Но это была лишь заря земледельческой эры. Между тем за каждым начальным пе-

---

этом мифе отражены трудности, с которыми сталкивались грабители могил, отыскивая проходы среди бесчисленных погребальных камер этой постройки. Вундерлих предполагает, что грабежи заставили жителей государства перепрятать останки своих предков. И в этом видит Вундерлих причину того, что нигде в теперешних помещениях дворца нельзя встретить ни одной кости.

Выводы Вундерлиха по поводу судьбы Кносского дворца тотчас вызвали возражения археологов и историков культуры. Одни высмеивали его, как фантаста, как археолога-дилетанта, утверждая, что нет никаких оснований превращать высокую минойскую культуру в погребальный культ, тем более что ни одна древняя средиземноморская цивилизация не знала подобного обычая. Другие критики Вундерлиха говорят о том, что гипсовые ступеньки и гипсовые плиты могут свидетельствовать лишь о том, что строители знали, как немногочисленно будет население дворца. Наконец, третья группа ученых, более доброжелательных к Вундерлиху, считает, что факты и выводы, обнародованные Вундерлихом, имеют некоторую ценность для науки, так как в борьбе с ошибочными представлениями истина только очищается.

ЕЩЕ ОДИН ОЧАГ ДРЕВНЕЙ КУЛЬТУРЫ

Еще в 1920 году в Северном Вьетнаме французские археологи нашли остатки древней культуры, которые доказывали, что ей была известна медь и что она издавна знала огородничество. Правда, тогда эти



Глиняный расписной сосуд с ручнами (Ярым-тепе 2).

рнодом в развитни той или иной культуры наступает ее расцвет, своего рода «золотой век». Чем же оказался этот «золотой век» для земледельцев Синджарской долины?

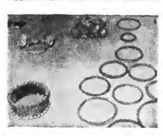
ЯРЫМ-ТЕПЕ 2: «ЗОЛОТОЙ ВЕК» ПЕРВОБЫТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

«Давным-давно, много столетий назад,— гласит старинное шумерское предание,— на земле царили мир и согласие. Не было жалящих змей, не появлялись ядовитые скорпионы... Все люди говорили на одном языке и жили в мире друг с другом. Не было страха и зависти. Никто не нападал на соседа и не проливал его крови. Люди имели в изобилии пищу и одежду, доставшиеся им без труда и усилий». Этот «золотой век», по представлениям шумеров, приходился как раз на те времена, когда в Месопотамии господствовали раннеземледельческие культуры Халафа и Убейда. Позднее библейские легенды единодушно помещали здесь, в междуречье Тигра и Евфрата, знаменитый «рай», в тенистых кущах которого бродили когда-то Адам и Ева. Согласно библейской хронологии, «рай» существовал примерно в V тысячелетии до н. э. (то есть опять-таки в период расцвета названных культур). И хотя реальная жизнь людей той отдаленной эпохи меньше всего походила на «райскую», заметные сдвиги во всех областях их духовной и материальной культуры — факт несомненный. Это еще раз убедительно доказали многолетние раскопки на холме Ярым-тепе 2.

Первый и второй холмы разделяет всего каких-нибудь 200—300 метров ровной степной поверхности. Но между ними пропастью легли почти десять веков. Это две разные эпохи, два разных народа, две разные культуры. Хассунские поселения напоминали собой редкие островки, затерявшиеся в степных просторах. Во времена Халафа и Убейда земледельцы сумели уже полностью освоить Синджарскую долину. Заметно меняется облик жилых и хозяйственных построек. Вместо прямоугольных сооружений получают распространение круглые в плане глинобитные дома, которые археологи называют толосами. Долгое время в науке шел спор о том, каково действительное назначение этих странных на вид зданий. Одни ученые считали их храмами, другие — святилищами, третьи — погребальными мавзолеями жрецов и вождей. И только находки на Ярым-тепе 2 окончательно доказали, что наиболее крупные толосы (диаметром от 3 до 6 метров) служили жилищами. Внутри них обнаружены очаги, жаровни, такие же, как на Кавказе и в Средней Азии, глиняные печи-тануры для выпечки лепешек, различная утварь, хозяйственные отбросы — кости животных, черепки битой посуды, угли и зола. Удалось реконструировать и сложное устройство кры-

---





сенсационные находки не привлекли большого внимания. Только позднейшие исследования археологов в северных частях Вьетнама и Таиланда заставили ученых с бо́льшим вниманием отнестись к следам жизни,



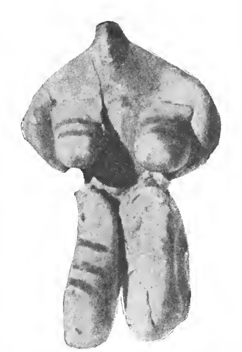
которая здесь некогда расцвела. Предметы из железа, меди, глины, наконец, каменные орудия вели ученых в четвертое, пятое, десятое тысячелетия до нашей эры.

Еще более интересны археологические открытия, сделанные за последние месяцы в небольшой деревушке Банг Чанг (Северный Таиланд), которые дают почву для размышлений о путях возникновения первых цивилизаций.

Бронзовые изделия, найденные таиландскими учеными, датируются третьим тысячелетием до начала нашей эры. Следовательно, они почти такие же древние, как и предметы из

ши толосов. В одиом из зданий были обнаружены куски глиияиой обмазки от рухнувшей вниз крыши. На них четко отпечатались вертикально связаииые снопы тростника. Следовательно, толосы имели коиическую крышу, которая облегчала быстрый сток дождевой воды и прндавала зданию известную устойчивость во время сильных ветров и бурь. А вскоре в глубинах холма археологи иашли черепки расписного сосуда, иа котором древний художник тонкимн уверенными штрнхами темно-коричиевой краской запечатлел виешиий вид такого толоса с высокой коиической крышей и цветущие кроны деревьев вокруг иего. Дома имели дверн, деревяииая рама которых вращалась вокруг вертнкальиой оси благодаря специальиому подпяточиому камню с углублением посередине. Высокие пороги таких дверей служили предметом особых забот хозяек. Они периодически подмазывали и обновлялн их с помощью глины илн гипса. Узкие улочки-коридоры, часто менее одиого метра шнрины, соединялн отдельные постройки в общий архитектурный ансамбль — причудлнвое и хаотнчиое скопленне десятков прямоугольных н круглых зданий различиой величины. К жилым домам примыкали миогочисленные хозяйствеиные помещения. В них древние обитатели поселка храиили домашнюю утварь, орудия труда, зерно, посуду и пр. Зерно ссыпали в огромиые глиияиые сосуды, врытые в землю, или же в специальиые глубокие ямы.

Благодаря большому количеству иаходок, рассказывающих о древием земледелии, мы в состоянии восстановить почти весь цикл сельскохозяйственных работ той отдалениой эпохи: от жатвы до конечной обработки продуктов. Ячмень и пшеиицу (нх обугленные зерна сохраннлись в некоторых глиияных сосудах и ямах) жали с помощью серпов, в костяную или деревянную рукоять которых прикрепляли с помощью битума или смолы тоикие пластинки кремня и обсидиаиа с острым режущим краем. Полученное зерно клали на слегка вогнутые базальтовые камениые плиты и перемалывали тяжелыми круглыми валнками из того же камня. Для прнготовления теста использовали специальные глиняиые тазы с низким бортиком. Лепешкн пеклн в печках-танурах. Таким образом, жизнь халафских земледельцев была отнюдь не легка. Все зыбкое равиовесие их существования завнсело от собраниого урожая. Стоит ли поэтому удивляться, что они с таким неподдельным рвеннем поклонялнсь небесиым



Халафсная «мадонна» — глнняная статуэтка богнни-матерн (Ярым-тепе 2).

бронзы, обнаруженные прн раскопках в Индни н в Китае, иа Ближием Востоке.

При раскопках большого захоронения около Банг Чанга были найдены хорошо сохраиившиеся скелеты людей и погребальиая утварь, содержащая большое чнсло броизовых украшеиий, стекляиных бусинок и искусно сделаиных, раскрашеииых глиияных горшков, ури и ваз. Радиоуглеродный аиализ керамических изделий, иайдеииых в этом захороиении, показывает, что их возраст колеблется где-то между пятью н семью тысячамн лет.

Важно, что схожие вазы найдены в семн различных местах большого района. Это означает, что культура не сосредоточилась только в маленькой области, а была распространеиа иа достаточно шнрокой территории.

В одиом из горшков иайдены зерна риса — доказательство того, что возделываиие этого злака было освоено человеком значительно раиьше, нежели считалось до сих пор.

Любопытно, что египетские н индийские керамические сосуды, сделаиные в третьем тысячелетии до нашей эры, имеют сравнительно простую роспись. Декоративиый рисунок керамики, иайденной в Банг Чанге, представлен примерно тысячей различиых вариантов. Некоторые линии прорисоваиы на поверхности сосудов так точно и так четко, что кажется: древние ремесленники пользовались прн их раскраске механическими приспособлениями.

Остатки древнейшей культуры около Банг Чанга были открыты учеными совсем случайно. Жители деревушки давио при строительстве домов, во время полевых работ находили в земле сосуды из керамики — вазы, урны. Но никто не представлял себе происхождения и всей цен-

силам, от которых, по их глубокому убеждению, зависело плодородие полей, а следовательно, и сама жизнь человека.

Мы не раз находили в Ярым-тепе 2 крохотные, до блеска отполированные топорики-амулеты, с помощью которых древние земледельцы пытались защитить себя от смертельных ударов стрел-молний, посылаемых богом грозы. Но самым главным божеством, олицетворением плодоносящих сил природы была, безусловно, «богиня-мать». В отличие от своих хассунских предшественников они изображали ее уже не утонченной и до абсурда стилизованной «дамой» с высокой короной — прической на голове, а вполне земной, крепкой и полной женщиной, с намеренно подчеркнутыми признаками пола. Все свои помыслы и чаяния древний земледелец запечатлел и на глиняной посуде: волнистые линии и зигзаги — символ воды, ромбики и квадраты с точками внутри — засеянное поле, круг с лучами и точками вокруг — солнце, косые и вертикальные линии, как бы падающие сверху вниз,— потоки дождя, кресты, «розетки», «лепестки» — символ расцветающей растительности. Иногда поверхность изящных халафских ваз покрыта фигурами всевозможных зверей и птиц: грифы, нападающие на оленей, леопард, грозно вздыбившийся на задних лапах, голова быка с непомерно длинными волнистыми рогами, большая толстая рыба, змея и т. д. Видимо, для отправления усложнившихся религиозных обрядов домашних святилищ и атрибутов было уже недостаточно. И тогда жители Ярым-тепе 2 возвели в самом центре поселка внушительных размеров храм с толстыми глинобитными стенами. Это древнейший образец культовых построек, известных нам сейчас на территории Месопотамии.

В халафское время детская смертность была исключительно высока. Археологи не раз находили хрупкие скелеты младенцев под полами и стенами жилых построек. Их сопровождали в загробный мир любимые украшения из раковин и камня, игрушки, миниатюрная глиняная посуда. Взрослых хоронили на специальном кладбище за пределами поселка. По странному стечению обстоятельств оно находилось как раз на вершине холма Ярым-тепе 1—еще одно доказательство в пользу разновременности существования Хассунской и Халафских культур. Могил найдено уже несколько десятков. Причем возраст большинства погребенных далеко не отвечает нашим представлениям о почтенной старости. «Золотой век» оставался для самих халафцев (как, впрочем, и для их шумерских потомков) светлой, но, увы, недостижимой мечтой. Поразительно, что примерно в то же самое время, то есть в V тысячелетии до н. э., круглые постройки — толосы и расписная халафская керамика неожиданно появляются в Закавказье, на территории Азербайджана и Армении. Что это: следы вторжения чужеземных племен или результат культурных влияний,— сказать трудно. Данных еще слишком немного. Несомненно лишь одно: раскопки в Синджарской долине помогут решить очень важную проблему нашей исторической науки — о связи древнейших культур юга СССР с наиболее развитыми народами Древнего Востока, в том числе и Месопотамии.

Открытия советских археологов в Ярым-тепе привлекли внимание широкой иракской общественности и многих зарубежных коллег. Но это — только начало. Множество важных научных проблем и нераскрытых загадок прошлого ждет еще своего разрешения. Здесь возможны любые неожиданности. Лишнее подтверждение этому — недавнее открытие нашей экспедицией небольшого холма Телль Сотто с остатками самого раннего из известных до сих пор поселений древних земледельцев не только в Синджарской долине, но и на всем Ближнем Востоке. Его возраст, даже по самым скромным предположениям, составляет не менее девяти тысяч лет!

ности этих изделий. Часто необычные сосуды использовались для собирания дождевой воды, а черепки закладывались в фундаменты строящихся домов. Наконец, наиболее предприимчивые очищали некоторые вазы и продавали проезжающим через деревню как сувениры.

Счастливый случай привел один из таких сувениров в Национальный музей в Бангкоке. Археологи распознали в нем изделие глубокой древности и начали поиски места, где был обнаружен этот глиняный сосуд. Так начались систематические раскопки захоронений близ Банг Чанга. Затем события приняли для науки трагический оборот. Как только весть об этом открытии распространилась по стране и за ее пределами, в Банг Чанг ринулись спекулянты, рассчитывающие нажиться на перепродаже античной керамики. Прежде чем ученые могли сделать какие-либо заключения о значении и размерах этого археологического клада, местные жители, поощряемые перекупщиками, целыми семьями стали перекапывать окрестности, чтобы заработать на продаже изделий древнейших мастеров. Ломы, кирки и лопаты терзали землю. Не нашли пощады банановые посадки и рисовые поля, под которыми могли оказаться бесценные древности.

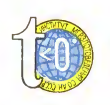
Лихорадка захватила и представителей власти — в зараженной коррупцией чиновничьей среде Таиланда она нашла себе благоприятные условия. В результате меры для защиты этого памятника древности от окончательного разграбления были приняты с большим запозданием.

В целом же открытия археологов в Северном Индокитае наносят сильнейший удар по реакционной пропаганде, пытающейся представить народы этой части света, борющиеся за свою свободу, лишь недавно вышедшими из дикости, народами без истории.

Вид раскопок древнего поселка земледельцев. Ярым-тепе 2 (V тысячелетие до н. э.).

Карта археологических памятников на территории Ирака. Стрелка показывает место раскопок советской археологической экспедиции.





У ЯКУТСКИХ МЕРЗЛОТОВЕДОВ

Фотоочерк
В. Опалиина.

Знаиия о свойствах вечномерзлых груитов нужиы и горияиу, и строителю, и гидрогеологу, и работиииу сельсиого хозяйства. Мерзлотоведеиие сегодня — это иаука многоотраслевая, сложиая. Надо зиать состав мерзлых пород, их распростраиеиие и свойства, а таиже влияиие хозяйствеиной деятельиости человека на мерзлоту. Всеми этими исследованиямн заннмается Яиутский иистнтут мерзлотоведения, возглавляемый члеиом-иорреспоидентом АН СССР П. И. Мельиииовым.







На снимках:

Лаборатории института оборудованы современной аппаратурой.

Подземная лаборатория института.

Регулярные наблюдения за теплообменом между атмосферой и грунтом ведутся на специально оборудованном опытном полигоне.

Типичный для севера дом на сваях с проветриваемым подпольем. Такое подполье предохранит вечномерзлый грунт от протаивания.

Ранней весной экспедиционные отряды института разъезжаются по всей Сибири.





ТРАВА

ОТКЛИКИ И КОММЕНТАРИИ

В четырех последних номерах прошлого года (№№ 9, 10, 11 и 12) в журнале печатались главы из новой книги Владимира Солоухина «Трава», которые вызвали большой поток читательских писем.

Поэтическое вйдение мира растений, любовь к нему, восхищение его сложностью и гармонией, характерные для этой книги, привлекли внимание читателей к одной из важнейших проблем современности — охране человеком среды его обитания, бережному отношению к живой природе. Читатели пишут: писатель открывает нам немало интересного в богатейшем и разнообразном мире растений, пробуждает доброе, бережное отношение к этому богатству, напоминает о нашей общей ответственности за него.

Вот несколько отрывков из писем:

«Низкий поклон и сердечная благодарность за прекрасную повесть «Трава». Для меня она открыла новый мир, заставила размышлять о природе, окружающей нас. Все как будто привычно, и вот эта самая трава, о которой никогда не думаешь. Да что о ней думать, ведь она — всегда, и земля — всегда, а ведь о ней надо думать и беречь ее, как великое чудо... Надо больше писать об этом, больше доводить до сознания человека, что он пользуется чудом. Я не умею выразить все, что думаю о природе, для этого я слишком мало знаю. Знаю только одно, что природа радует всех и щедра к нам беспредельно.

Н. Велиток, г. Донецк».

«Вчера я купил в киоске журнал «Наука и жизнь» № 9, 1972 г. Сейчас час ночи. Читаю Ваши (не знаю, как называются) размышления о траве. Читаю, а сам все время листаю журнал и смотрю, что все меньше и меньше остается страниц... Еще есть у меня Ваша «Третья охота». Она была в трех журналах, а у меня сохранился только последний. И поверьте, я часто беру его и читаю... Если интересно Вам немного узнать меня, напишу: Афанасьев Александр Андреевич, 58 лет, плотник из Березовки, Емельяновского района, Красноярского края. Читаю с детства, то есть с 6 или 7 лет. В школе не учился, не пришлось. Если Вас интересует, что мне нравится в Ваших произведениях, скажу. Но сказать так, как нужно, я, наверное, не сумею. Во-первых, нравится само изложение. Казалось, что можно и как написать о траве? А вот читаю и жалею, что все меньше и меньше остается страниц...

А. Афанасьев, пос. Березовка».

«С большим вниманием и просто запоем прочитал Вашу вдумчивую, с большим душевным запалом написанную повесть «Трава».

Более пятнадцати лет я изучаю проблему координации физиологических процессов в растительном организме. В 1959 году нами были открыты биотоки у обычных травянистых (и древесных) растений. У подорожника, ромашки, полыни, одуванчика, гуси-

---

Владимир СОЛОУХИН.

СТИХИ О ПРИРОДЕ

БУКЕТ

Я их как собирал!
Колокольчик чтоб был к колокольчику,
Василек к васильку,
И ромашка к ромашке была.
Мне казалось, что будет красивей букет,
Если только одни васильки,
Или только одни колокольчики,
Или только ромашки одни
Соберутся головка к головке.
Можно стебли подрезать и в воду
поставить в стакан.

Постепенно я понял,
Что разных цветов сочетанье
(Ярко-желтого с белым,
Василькового с белым и желтым,
Голубого с лиловым,
Лилового с чуть розоватым)
Может сделаться праздником летних
полуденных красок,
Может сделаться радостью. Надо
немного условий:
Просто капельку вкуса,
Или, может быть, капельку зренья —
И букет обеспечен. Хватает в июне
цветов!

Так я их собирал. Но
(Во всем виновата незрелость)
Я наивно считал,
Что простые, невзрачные травы
(Это кажется нам, будто травы бывают
невзрачны)
Недостойны приблизиться
К чистым, отборным и ясным,
Собираемым мною в букет, удостоенным
чести цветам.

Обходил я пырей,
Обходил я глухую крапиву,
«Лисий хвост» обходил, и овсюг, и осот
полевой,

ной лапки в ответ на внешние воздействия возникают биотоки, которые с большой скоростью распространяются по тканям растения и сигнализируют об изменившихся условиях.

Если Вас сейчас еще интересуют вопросы чувствительности растений, вопросы раздражимости растений,— с большим удовольствием вышлю Вам свои работы.

А. Синюхин, г. Москва».

«...О животных написано и сказано значительно больше, чем о растениях. Вы в значительной степени это восполнили. Пожалуй, не ошибусь, если скажу, что так проникновенно еще никто не говорил о растениях, исключая, наверное, К. А. Тимирязева.

Т. Пащенко, г. Ленинград».

«Во всех произведениях Вл. Солоухина, которые я прочла: «Капля росы», «Третья охота», «Трава»,— много аромата лесов, полей, свежести природы, гуманизма... Спасибо за книги, сближающие человека с природой.

С. Павлова, г. Рига».

Таких писем много, и они свидетельствуют о том, что цель, которую ставил журнал, публикуя главы из книги «Трава»,— пробудить внимательное и чуткое отношение к природе, воспитать бережное к ней отношение,— достигнута.

Но есть письма и другого рода. В них читатели сообщают о конкретных случаях правильного или неправильного взаимоотношения человека с природой, просят подробнее рассказать о тех научных проблемах, которых касается автор «Травы», говорят о несогласии с позицией В. Солоухина в некоторых вопросах.

И действительно, касаясь ряда научных проблем, писатель допускает высказывания, нуждающиеся в дополнительном разъяснении, корректировке, а подчас и опровержении. Редакция обратилась к ученым, специалистам в различных областях биологии с просьбой прокомментировать опубликованные в журнале главы из повести «Трава».

Вот что рассказал в беседе с корреспондентом «Науки и жизни» академик Андрей Львович **Курсанов,** директор Института физиологии растений АН СССР.

В повести Владимира Солоухина «Трава», рассказывающей о прекрасном и сложном мире растений, внимание читателей наверняка привлекли разделы, посвященные чувствительности растений и их, если можно так сказать, высшей эмоциональной деятельности. Поэту, писателю, разумеется, многое позволено, когда он художественными средствами описывает окружающий мир. Позволены ему, по-видимому, какие-то преувеличения, гиперболы. И все же мне хотелось бы несколько уточнить, объяснить факты, приведенные автором «Травы», в частности связанные с чувствительностью растений.

Растения чувствуют, и это не может вызывать никаких сомнений. Они реагируют на те или иные изменения, происходящие во внешней среде. Например, на изменение освещенности, влажности, химического

И лушницу,
И колючий,
Полыхающий пламенем ярым,
Безобразный, бездарный татарник.
Им, конечно, хотелось. А я говорил
с укоризной:
«Ну куда вы!
Вот ты, лопоухого щавеля стебель,
Полюбуйся на себя, ну куда ты годишься!
Разве сор подметать!
Но, допустим, тебя я сорву...»
И затем,
Чтоб совсем уж растение это унизить,
Я сорвал
И приставил метельчатый стебель
к букету,
Чтобы вместе со мной все цветы на лугу
посмеялись
Сочетанью ужасному розовой «раковой
шейки»
И нелепого щавеля.
Но...
Не смеялся никто.
Даже больше того (что цветы!), я и сам
не смеялся.
Я увидел, как ожил, как вдруг засветился
букет,
Как ему не хватало
Некрасивого, в сущности, длинного,
грубого стебля.
Я краливу сорвал,
Я приставил к букету краливу!
И — о чудо! — зеленая, мощная сочность
краливы
Озарила цветы.
А ее грубоватая сила
Оттенила всю нежность соседки ее
незабудки,
Показала всю слабость малиновой тихой
гвоздички,
Подчеркнула всю тонкость, всю
розовость «раковой шейки».
Стебли ржи я срывал, чтоб торчали они
из букета!
И татарник срывал, чтоб симметрию
к черту разрушить!
И былинник срывал, чтобы мощи
косматой добавить!
И поставил в кувшин
И водой окатил из колодца,
Чтобы влага дрожала, как после дождя
проливного.
Так впервые я создал
Настоящий,
Правдивый букет.

состава почвы. Эта чувствительность лежит в основе самой жизни растений, координации их биологических функций.

Долгое время казалось, что координация функций в растении, взаимосвязь отдельных его «органов», осуществляется лишь через транспорт веществ, то есть путем переноса молекул, непосредственно участвующих в тех или иных биологических процессах. Скорость, с которой передается информация этим способом, не превышает одного метра в час, то есть примерно 2 сантиметров в минуту.

Теперь же мы знаем, что сигнальная система растений более сложна и, если хотите, более совершенна. Помимо системы связи через поток веществ, в растениях есть еще и специализированная система связи, отдаленно напоминающая нервную систему животного. Передача сигнала в этой системе — сложный электрохимический процесс, который распространяется со скоростью 25 сантиметров в минуту. Это очень большая величина для темперамента растений, хотя, конечно, значительно меньшая, чем скорость проведения нервного импульса у животных, которая, как известно, достигает 100 метров в секунду. Как передается информация по сигнальной системе растений? Обширный экспериментальный материал говорит о том, что передача идет в виде волнообразных импульсов, различных по форме и продолжительности.

У растений можно найти целые «рефлекторные» цепочки, включающие в себя воспринимающие клетки, линию передачи и исполнительный механизм. Так, например, у насекомоядных растений особые клетки на листе реагируют на появление насекомого. Пока трудно сказать, по какому признаку они узнают, что это насекомое, но, во всяком случае, эти чувствительные клетки не реагируют на капли дождя или на соринки. Сигнал о появлении насекомого передается исполнительному механизму листа, и он делает свое дело — захватывает жертву.

Другой пример. Если усилить поступление питательных веществ в корневую систему растения, то сигнал об этом будет передан к листьям, и в них активизируются процессы фотосинтеза. При этом сигнал об усилении фотосинтеза сразу же пойдет к корням и также вызовет там определенные биохимические сдвиги. И в обоих случаях обмен информацией происходит с помощью биоэлектрических сигналов, имеющих, как правило, импульсный характер.

Мы пока еще далеки от детального объяснения механизмов всего этого комплекса явлений. Опыты в основном находятся на уровне констатации фактов. Грубо говоря, биологи обнаружили сигналы, циркулирующие в растениях, но еще их не расшифровали.

И все же ученые достаточно хорошо представляют себе устройство и физиологию растений, чтобы можно было оценить возможности их сигнальных систем.

Так, в частности, ясно, что у растений нет какого-либо центрального образования, центрального органа, который можно было отождествить с мозгом животного. И нет никаких оснований считать, что растения могут формировать образы, например, образы добрых и злых людей, как об этом рассказывается в «Траве». Нельзя также представить себе, что растение формирует у себя такие понятия, как «боль», «ра-

---

ДЕРЕВЬЯ

У каждого дома
Вдоль нашей деревни
Раскинули ветви
Большие деревья.

Их деды сажали
Своими руками
Себе на утеху
И внукам на память.

Сажали, растили
В родимом краю.
Характеры дедов
По ним узнаю.

Вот этот путями
Несложными шел:
Воткнул под окном
Неотесанный кол.

И хочешь не хочешь,
Мила не мила,
Но вот под окном
Зашумела ветла.

На вешнем ветру
Разметалась ветла,
С нее ни оглобли
И ни помела.

Другой похитрее,
Он знал наперед:
От липы и лапти,
От липы и мед.

И пчелы летают
И мед собирают,
И дети добром
Старика поминают.

А третий дубов
Насадил по оврагу:
Дубовые бочки
Годятся на брагу.

Высокая елка —
Для тонкой слеги.
Кленовые гвозди —
Тачать сапоги.

Обрубок березы —
На ложку к обеду...
Про все разумели
Премудрые деды.

Могучи деревья
В родимом краю,
Характеры дедов
По ним узнаю.

А мой по натуре
Не лирик ли был,
Что прочных дубов
Никогда не садил.

Под каждым окошком,
У каждого тына
Рябины, рябины,
Рябины, рябины...

В дожди октября
И в дожди ноября
Наш сад полыхает,
Как в мае заря!

1956.

дость», «огорчение». Что оно может помнить зло и добро. В этом отношении автор книги «Трава» часто преувеличивает сложность организации растений, приписывая им чуть ли не человеческие качества. Такая гиперболизация никак не согласуется со строгими научными представлениями о растительном мире и, с точки зрения ученого, нуждается в корректировке.

Тем не менее корректировка всех этих гипербол, приведение их в соответствие с истиной, не должна ухудшить отношения читателей к растениям. Более простой и, образно говоря, менее интеллектуальный в сравнении с ними мир растений играет столь важную роль в изумительной гармонии жизни, что мы, люди, должны относиться к «зеленому другу» с максимально возможной бережностью, уважительностью и любовью, на какую способен человек.

А теперь — слово вице-президенту Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, действительному члену этой академии, профессору Виктору Дмитриевичу **Панникову.**

Повесть Солоухина «Трава» вызвала у меня, как у человека, всю свою сознательную жизнь связанного с миром растений, с сельским хозяйством, противоречивые чувства. С одной стороны, приятно и радостно, что известный писатель прекрасным, поэтическим языком воспевает природу, страстно призывает миллионы людей под знамена ее защитников. Полезность «Травы» в этом отношении не вызывает сомнений. И за эту благородную миссию повесть можно только приветствовать.

С другой стороны, очень досадно, что литератор счел возможным довольно безапелляционно высказаться по ряду научных проблем, о которых он получил неполную, неточную, а иногда и вовсе неверную информацию. Разумеется, нельзя требовать от писателя энциклопедических знаний даже в той области науки, которой он касается своим творчеством. И ученый всегда должен быть снисходительным к неточностям литературного повествования, если они связаны с какими-то тонкостями научной проблемы.

Однако же неверные положения, неточности, затрагивающие принципиальные вопросы, должны быть исправлены. Причем исправлены публично, во всеуслышание, дабы читатель не оставался во власти ложных представлений, тем более что в нашей стране литература, вообще печатное слово, как нигде в мире, авансируются читательским доверием и пользуются исключительно высоким авторитетом.

Начну с нескольких частных замечаний по поводу много раз и по-разному затронутого в повести вопроса об участии земледельца в сложных комплексах взаимосвязанных природных процессов.

Если говорить в общем плане, то, конечно, в природе все взаимосвязано и взаимообусловлено. И в этом автор «Травы» прав. Но когда идет речь о конкретных проявлениях этой связи и особенно о вмешательстве человека в ту или иную цепочку взаимосвязанных явлений, то здесь вместо того, чтобы опереться на точные научные эксперименты и производственную практику людей, В. А. Солоухин описывает свои субъективные представления, не всегда, к сожалению, отражающие истину.

Странно читать, например, высказывания автора о полезности симбиоза культурных растений с сорняками, которые радуют глаз автора. Сорняки — конкуренты посевов и приносят неисчислимые бедствия земледельцу. Спору нет: васильки во ржи — зрелище красивое. Но для счастья людей одной красоты недостаточно. Для счастья нужно, чтобы люди были здоровы, а для этого они должны нормально питаться.

Автор «Травы» объединяет понятием «химия», «химизация» разные по существу вещи — минеральные удобрения и химические методы борьбы с сорняками и вредителями, то есть смешивает ядохимикаты и удобрения, и, сделав такое обобщение,

---

ОЛЬХА

Я обманул ольху.
В один из зимних дней
На берегу застывшей нашей речки
Я наломал заснеженных ветвей
И внес в тепло, которое от печки.

Не то, что нам апрель преподнесет,
Когда земля темнеет и курится,
И в синем небе проплывает лед,
И в синих водах пролетают птицы.

Тогда глядится в зеркало ольха,
В серьгах расцветших — славная обнова!
Ну, не сирень, а все же неплоха.
Сирень когда! А я уже готова.

Сережки нежным золотом сквозят,
Летит по ветру золотистый цветень.
Земля черна, но свадебный наряд
Ее пречист, душист и разноцветен.

Что в семечке от наших скрыто глаз,
На свет выходит сокровенной сутью.
Итак,
Я в тот запомнившийся раз
Домой принес мороженые прутья.
Смеялись люди: — Экие цветы!
Уж лучше б веник ты поставил в воду!
Но от печной, домашней теплоты
Включился некий механизм природы.

Жизнь пробудил случайный обогрев,
Сработали реле сторожевые.

обрушивается на использование химии в земледелии.

Он обвиняет человечество в том, что, химизируя земледелие, оно идет по принципиально ложному пути, и приводит рассуждения — иногда свои, иногда заимствованные — о пагубных последствиях применения всех и всяких химических средств, которые якобы убивают почву.

Сейчас твердо установлено, что среди обитателей почвы есть и союзники и враги земледельца. А вот «Трава» повторяет бездоказательную, ошибочную концепцию Т. Д. Лысенко о том, что вся микрофлора почвы полезна. Принимая участие в разложении органических остатков и в многочисленных окислительно-восстановительных реакциях в почве, микроорганизмы действительно содействуют питанию растений в зоне корней и, в частности, связывают азот воздуха. Но в отношении минерального питания растения и микроорганизмы являются антагонистами. Рациональные способы внесения в почву удобрений сводятся к тому, чтобы улучшить питание культурных растений и ограничить связывание питательных веществ микрофлорой (демобилизация элементов питания).

Опять-таки, объединяя ядохимикаты с удобрениями, В. А. Солоухин пишет, что они используются крайне неэффективно, потому что тотчас же уходят в нижние слои почвы и переходят в нерастворимое состояние. В качестве примера приводятся фосфорные удобрения. Утверждается, что внесенные в почву суперфосфаты используются лишь на 2 процента. В действительности же эта цифра в год внесения удобрения в десять раз выше. То есть растение сразу же усваивает 20 процентов фосфора; остальное поступает в растение еще в течение многих лет. То же относится и к калию. Эти факты трудно обсуждать или тем более отрицать, так как процессы поглощения питательных веществ и их миграция по профилю почвы детально изучены с помощью радиоактивных изотопов.

Неверно и то, что только гумус «связывает» воду, что «в минерализованной почве вода не задерживается». Высокодисперсные минералы способны удерживать значительное количество воды, регулируя водный режим почвы.

Непонятно, из каких фактов исходит автор «Травы», объявляя химизацию причиной эрозии почв. Разумное применение минеральных удобрений и синтетических структурообразователей, наоборот, является мощным средством защиты почв от эрозии. Об этом свидетельствует поучительный 40-летний опыт охраны почв от эрозии в США. В этом плане многое сделано и в нашей стране.

Старое немецкое изречение «Известь обогащает отцов и разоряет детей» автор распространил на все минеральные удобрения. Так и написал: «Говорят, что минеральные удобрения делают богатыми отцов и бедными детей». Но кто говорит? На каком основании? Какими фактами это подкреплено? Нельзя, мне кажется, с подобной легкостью, без какой-либо аргументации публично высказываться по вопросу, если можно так сказать, глобальной важности. Тем более, когда богатый, десятилетиями накапливавшийся опыт целых государств показывает, что минеральные удобрения при систематическом применении не только создают высокие и устойчивые урожаи в годы их внесения, но накапливаются в почве, как остаточные питательные вещества, словом, повышают плодородие почвы.

Будущее сельского хозяйства («если мы еще хотим пожить на земном шаре») В. А. Солоухин видит в использовании для подкормки почв только органических отходов и, в частности, навоза, обработанного, правда, определенным образом. Но противники минеральных удобрений и в их числе автор «Травы» забывают простую истину: сам навоз как удобрение отражает состояние почв. С бедных почв получают и бедные корма, а в итоге бедный навоз. Например, сено и солома, выращенные на почвах, бедных фосфором, содер-

---

На третий день, взглянув и обомлев,
Мы поняли, что прутья те — живые!

В них происходят тайные дела,
Приказ, аврал, сигналы по цепочке.
Броженье соков. Набухают почки.
И дрогнула ольха, и зацвела.

Висят сережки длинные подряд.
Разнежились. По десять сантиметров.
Пыльцой набухли.
Жаждут.
Ждут.
Хотят
Программой предусмотренного ветра.

Он облегчит, он лаской обовьет,
А без него и тягостно и плохо.

Ольха цветет, надеется, зовет,
Еще не зная страшного подвоха.
Но нет корней, и почвы нет, и нету
В глухих стенах земного ветерка.
Цветет в кувшине пышным
пустоцветом
Обманутое дерево ольха.

Не пить воды, на солнышке не греться,
В июльский дождь листвою не шуметь,
И в воду ту в апреле не глядеться,
И продолженья в мире не иметь.

Что из того, что радостно и звонко
Раздастся песня раннего скворца!
Летит, пылит на мертвую клеенку
Досадный мусор — мертвая пыльца.

1972.

жат мало этого элемента, и, следовательно, навоз, получаемый при кормлеиии скота этими сеном и соломой, имеет тот же недостаток. Это касается абсолютно всех питательных элементов, и заколдованный круг может быть разорван только с помощью минеральных удобрениий.

Автор вольно или невольно поддерживает современных агротеософов, глашатаев «органического земледелия», заявляя, что Европа и Америка «в конце концов превратятся... в иовую пустыню Сахару», если не откажутся от применения минеральных удобрений в сельском хозяйстве. Эта мысль из «Травы» прямо-таки перекликается с высказываниями одного из ведущих агротеософов, А. Говарда, сделанными еще 30 лет назад: «Медленное отравление жизни почвы искусственными удобрениями — одно из величайших бедствий, выпавших на долю сельского хозяйства и человечества». Для подтверждения такого грозного вывода Говард, конечно, не мог привести ии одного факта, так как их не было. Но оказывается, что факты агротеософам ие нужны. Они ведь выступают против минеральных удобрений лишь на основании своих религиозных представлений о принципиальной недопустимости всякого вмешательства человека в естественный ход жизни природы. Они создали «учение» о вредности или неполноценности сельскохозяйствениых продуктов, выращенных при участии минеральных удобрений. Согласно этому «учеиию», полезио только органическое удобрение, ибо оно производное от живого, а живое всегда развивалось тоже только от исходного живого начала, созданного богом.

Агротеософы отвергают подлиино научный подход к земледелию, применение к нему точных наук — математики, физики, химии, физиологии и агрохимии. Они отвергают химические анализы почв и растений, полевые опыты, отводя решающую роль интуиции земледельца, «созерцанию духовными очами». О том, какими аргументами, какой логикой пользуются агротеософы, можно судить, например, по высказыванию одного из них о том, что азот, который входит в состав растений,— это совсем не тот азот, который получают химики. И если химики не умеют различать эти два азота, то тем хуже для химиков.

Противопоставление минеральных удобрений органическим не имеет, разумеется, иикаких основаиий. И в том и в другом случае растение получает из почвы одни и те же анионы и катионы. И в том и в другом случае питательные вещества, получаемые растениями по своей природе, совершенно одинаковы, так же, как одинаковы сами вырастающие растения, их питательные и иные свойства. Известны, правда, единичные случаи, когда химизация давала нежелательные результаты. Но эти случаи всегда связаны с неправильным применением удобрений или ядохимикатов. И на их основании, конечно, нельзя делать какие-либо негативные выводы, так же, как иельзя, скажем, из-за единичных траиспортных происшествий вообще отказаться от автомобиля, самолета, поезда и ходить пешком или ездить иа телеге.

Химизация земледелия, возможность вмешиваться в ход природных процессов, направлять их в нужное, полезное для человека русло — это величайшее завоевание цивилизации, такое же, скажем, как врачевание, применение лекарств, побеждающих зловещую стихию болезней.

Вспомните, что остров Сицилия, ныне достаточно пустынная земля, был в свое время житницей Римской империи. Но, как писал известный немецкий химик Юстус Либих, Рим выбросил в сточные трубы плодородие Сицилии — вместе с урожаем с острова вывозились и питательные вещества почвы. А ведь в наши дни подобным процессам можно было бы противостоять. И именно путем виесения в почву различных похищаемых у нее химических веществ.

Химические удобрения — верный союзник земледельца в его борьбе со стихиями, с различными климатическими неожидаииостями.

Об этом, кстати, убедительно свидетельствует опыт нынешнего трудного для страны сельскохозяйственного года. То, о чем писала недавно в одной из своих передовых статей «Правда» — «опыт иынешиего года вновь подтвердил, что при прочих равных условиях более высокие урожаи получают там, где посевы в достатке получают мииеральную подкормку»,— может быть подкреплено большим числом фактов, неопровержимой аргументацией цифр.

Химизация земледелия, которая в повести «Трава», к сожалению, неодобрительно названа ложным путем цивилизованного человечества, на протяжении вот уже более ста лет широко применяется практически во всех европейских странах. Она не только предохраняет почвы от истощения, позволяет сохранить или улучшить ландшафт (сейчас некоторые земледельцы удобряют почву на лугах и даже в лесах), ио также — это особо важно для густонаселенных стран — в несколько раз повышает урожай, снимаемый с единицы посевиой площади. Если бы Западная Европа сегодня отказалась от химизации, то оиа со своих площадей получила бы в 4—6 раз меньше продуктов питания, что, разумеется, чревато страшным голодом.

В нашей стране рациоиальная химизация сельского хозяйства — геиеральное направление в борьбе за повышение плодородия почв, за получеиие высоких, устойчивых урожаев всех культур, улучшеиие окружающей природы. И не может даже ставиться вопрос: «Химизировать или ие химизировать земледелие?» Речь может лишь идти о том, как развивать химизацию иаиболее грамотио и в максимально широких масштабах.

●

Публикуя отклики читателей и комментарии ученых, редакция полагает в будущем более подробио осветить некоторые другие вопросы, затронутые в повести «Трава».

РУССКИЕ БИОБИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ СЛОВАРИ

Л. НАППЕЛЬБАУМ, библиотекарь.

Среди множества справочных пособий биобиблиографический словарь занимает особое место. Этот словарь выполняет двойную, а иногда и тройную задачу: он сообщает биографические сведения об авторе, список его трудов и нередко библиографию работ, ему посвященных.

Первая попытка создания подобного словаря в России относится к 1736 году и была предпринята Адамом Селлией.

Но подлинное начало биобиблиографическим словарям в России положил труд великого русского просветителя Николая Ивановича Новикова «Опыт исторического словаря о российских писателях», вышедший в 1772 году. Новиков старался собрать в словаре имена всех, кто хоть что-либо написал в России. В словаре содержатся первые опыты биографий М. В. Ломоносова, Ф. Г. Волкова, А. П. Сумарокова, Н. Н. Поповского. Сюда вошли биографии многих прогрессивных людей эпохи: писателя Ф. Эмина, переводчика Монтескье Алексея Мятлева, механика Кулибина. Любопытно, что в статью о неизвестном изборщике Рудакове Новиков включил его стихи.

К сожалению, библиография в новиковском словаре дана нечетко. Во многих случаях ее заменяют лишь упоминания о книгах. И все же словарь Новикова остается поныне памятником русской культуры, неоценимым свидетельством современника.

К тому времени, когда митрополит Евгений (Евфимий Алексеевич Болховитинов) предпринял в начале XIX века работу над словарем, печать в России настолько разрослась, что он вынужден был разделить словарь на два. В одном он поместил «духовных», в другом — «светских» писателей. Если в «Опыте» было 317 имен, то в одном только «Словаре русских светских писателей, соотечественников и чужестранцев, писавших в России» их уже 451.

Е. А. Болховитинов всю жизнь работал над собиранием рукописных материалов и документов и над составлением справочных пособий по русской истории. В его словаре сосредоточен богатый материал по истории Древней Руси и XVIII века. (Хотя издан был словарь в 1845 году, работа по сбору материала была завершена в самом начале века, и соответственно представители русской культуры XIX столетия в него не вошли.) Здесь впервые можно было получить сведения об архитекторе В. И. Баженове, медике Н. К. Карпинском, географе Ф. А. Полунине, математике Л. Ф. Магницком и многих других замечательных представителях русской литературы, искусства и науки. Словарь Е. А. Болховитинова—в него был включен и обширный библиографический материал — по сей день не потерял своего научно-исторического значения.

«Справочный словарь» Григория Николаевича Геннади — «Григория Книжника», как он иногда подписывался,—хронологически продолжил труд историка П. Пекарского «Наука и литература при Петре Великом», завершающийся 1725 годом. Взяв на себя большой труд, важный для истории отечественной культуры, Геннади включил в словарь писателей и ученых, умерших до 1874 года, и книги, изданные с 1725 по 1825 год, в том числе книги анонимные, что вовсе уж противоречит задачам словаря. В словарь Геннади вошли и лица, «ничего не писавшие, но участвовавшие в развитии нашего просвещения своею службою и влиянием». В числе последних оказался министр просвещения А. Н. Голицын, печально известный учиненным им разгромом университетов. Безусловная ценность словаря Геннади заключается в том, что в него включено большое количество писателей, до того не известных, в том числе писателей-переводчиков. Г. Н. Геннади был большим библиофилом. Он автор более 160 работ, в их числе «Русские книжные редкости» (СПб. 1872).

Хронологическим продолжением словаря Геннади стал труд директора библиотеки Московского университета Дмитрия Дмитриевича Языкова «Обзор жизни и трудов покойных русских писателей и писательниц» (13 выпусков, 1885—1916), составленный в значительной мере из писавшихся Языковым некрологов.

В конце прошлого столетия крупный историк русской литературы, библиограф и редактор Семен Афанасьевич Венгеров задумал грандиозный биобиблиографический словарь деятелей русской культуры и науки.

С. А. Венгеров писал: «Совершенно неправильно думать, что именно большие люди всегда прокладывают «новые пути». Ничего они не прокладывают, а только блеском своего дарования освещают тропы, проторенные до них. Они только углубляют то, что вырабатывает коллективная мысль века». Так же, как когда-то Новиков, Венгеров стремился, чтобы в словаре была от-

ражена деятельность каждого, кто «хоть немного поработал на пользу русского просвещения». Но в конце XIX века подобная задача была уже не под силу одному человеку. Государство не субсидировало венгеровское издание, и оно осталось незаконченным. Вышедшие шесть томов «Критико-биографического словаря» (СПб. 1889—1904) включают имена только до буквы «В». Стремясь к максимальному охвату имен, Венгеров выпустил второе издание с подзаголовком: «Предварительный список русских писателей и ученых и первые о них справки». В этом словаре С. А. Венгеров опубликовал анкету с просьбой ко всем ученым и писателям на нее ответить. Вопросы анкеты не только помогали составить автобиографию, но давали простор для творческой исповеди. Спрашивалось, например, были ли в роду выдающиеся люди, под каким умственным и общественным влиянием проходило воспитание, какие замечательные события были в жизни. На последний вопрос поэт Бальмонт ответил: «Самыми замечательными событиями своей жизни я считаю те внутренние внезапные просветы, которые открываются иногда в душе по поводу самых незначительных внешних фактов».

Помимо этих биобиблиографических словарей, хронологически продолжающих друг друга и в общей сложности охватывающих всю дореволюционную историю русской культуры, существует много биобиблиографических словарей различных видов. Описание всех их можно найти в книге И. М. Кауфмана «Русские биографические и биобиблиографические словари» (М., 1955). Особо заслуживает упоминания группа отраслевых словарей, к которой, например, относится советский словарь С. Ю. Липшица «Русские ботаники» (тт. 1—4, 1947—1952), краевые словари, например, словарь А. В. Смирнова «Уроженцы и деятели Владимирской губернии» (Вып. 1—5. Владимир, 1896—1917) и словари научных и учебных заведений.

Среди этих последних особое место занимают словари университетов. Составленные на основе архивных материалов, они содержат автобиографии ученых и статьи ученых о своих предшественниках. Первым изданием такого рода был вышедший в 1855 году словарь Московского университета. В 1884 году вышел словарь Киевского, в 1894—1898 годах — С.-Петербургского, в 1902—1903 годах — Юрьевского, в 1904 году — Казанского, в 1905—1908 годах — ряд словарей факультетов Харьковского университета.

Пушкин писал в рецензии на «Словарь святых», что «риторические фигуры в каком-нибудь другом сочинении могут быть дурны или хороши, но в словаре они во всяком случае нестерпимы». И действительно, биография в биобиблиографическом словаре с годами становилась все более лаконична, приобретая все более деловой характер. И все же биографии в университетских словарях, помимо констатации фактов жизни и деятельности ученых, содержат множество сведений, помогающих читателю представить себе атмосферу эпохи. Многие из них и сегодня еще могут явиться серьезным научным источником. Автобиографии ученых, как правило, содержат изложение их научных воззрений.

Надо ли говорить, что в историческую характеристику времени входит и «фигура умолчания». В университетских словарях можно найти в этом плане немало любопытного. Так, в словаре Казанского университета о профессоре чистой математики П. В. Преображенском сказано кратко: «Уволен от службы по прошению». Преображенский подал в отставку в знак протеста против правительственной политики в университетах во время студенческих волнений в 1887 году.

В словаре Юрьевского университета нет ни слова о причине отъезда из Юрьева этнографа и лингвиста М. П. Веске. Зато из словаря Казанского университета мы узнаем, что Веске вел агитационную работу среди эстонских крестьян, за что юрьевские профессора «мечтали о том, чтоб упрятать беспокойного эста в Сибирь; более умеренный барон Штакельберг довольствовался долгосрочной «командировкой» в Вятку».

Автор статьи о И. У. Дядьковском И. Г. Глебов так оправдывает в словаре МГУ ученого от обвинений в материализме: «Если Дядьковский не рассуждал в учении своем о духовной стороне человека, вправе ли отсюда кто-нибудь заключить, что он материалист? Напротив, это означает только, что он строго определяет свой вопрос и точно понимает свой предмет: избрав предметом своего исследования тело, следует ли рассуждать о духе?»

Немало статей в университетских словарях написано прогрессивными людьми своего времени и представляют интерес как характеристика не только тех ученых, о которых они рассказывают, но и самих их авторов.

Так, в словаре Казанского университета, составленном весьма прогрессивным для своего времени профессором Н. П. Загоскиным, без оттенка осуждения сообщается, что Н. И. Лобачевский проявлял «признаки безбожия». В биографии А. П. Щапова, написанной Д. А. Корсаковым, изложены взгляды историка-демократа и рассказано о том, как «14 апреля 1861 г. студенты университета и духовной академии на казанском куртинском кладбище устроили панихиду по крестьянам, убитым в с. Бездна, Спасского уезда, Казанской губернии, при замешательстве, бывшем там по случаю объявления манифеста 19 февраля 1861 г. об освобождении крестьян; Щ. после панихиды произнес в кладбищенской церкви речь, за которую и был выслан из Казани генерал-адъютантом И. Г. Бибиковым, присланным в наш город для расследования дела о «куртинской панихиде».

Биографии и библиографии в университетских словарях до сих пор представляют собой несомненную ценность для всякого, кто занимается историей русской культуры и науки.



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НЕОЖИДАННОСТИ

В зтом номере мы зананчиваем публннацню по пнсьмам читателей задач на тему «1972 год н математнчесние неожнданности» (начало см. № 11, 1972).

С помощью какого минимального числа одинаковых цифр (от 1 до 9) вам удастся изобразить число 1972, спрашивалось в № 11, 1972, и разрешалось пользоваться арифметическими знаками (+, —, :, ×) и скобками.

Число используемых цифр, по-видимому, можно сократить, если разрешить пользоваться любыми математическими знаками. Каковы будут представления числа 1972 в этом случае?

В качестве примера, иллюстрирующего различие этих задач, приводим изображения числа 1972 с помощью четверок:

для первой задачи $(444+44+4)\times 4+4=1972$ (8 четверок);

для второй задачи $(44^{\sqrt{4}}+4!+4!:\sqrt{4})=1972$ (6 четверок).

Примеры прислали Л. Айрапетян (Алма-Атинская обл.), В. Кибирев (г. Харьков) и другие читатели.

●

$$(1+9)^2-(7+2)^2=1+9+7+2$$

Соотношение прислано В. Орловым из г. Шатуры.

●

Представление числа 1972 Н. Антоновичем (г. Новосибирск):

$$(19+7+2+1)\cdot(19+7+2-1)\cdot(9-7+2)=1972$$

●

Попробуйте заполнить квадрат 4 на 4 клетки простыми числами так, чтобы сумма чисел по вертикалям, горизонталям и диагоналям равнялась 1972.

Задача предложена А. Шпикиным (г. Северодвинск).

●

$$(1+972)-(1-972)+(19+7+2)=1972$$
$$19\cdot 7\cdot 2+19\cdot 7\cdot 2+$$
$$+19\cdot 7\cdot 2+19\cdot 72-1\cdot 97\cdot 2=1972$$

Примеры В. Европина (г. Москва)

●

Какой цифрой оканчивается число

$$1972^{1972},$$

спрашивает Н. Антонович (г. Новосибирск).

●

1 2 3 4 5 6 7 8 9 = 1972

9 8 7 6 5 4 3 2 1 = 1972

В традиционном примере «поставьте арифметические знаки» В. Андрюшин (г. Москва) предлагает составить равенства, использовав не только минимальное число арифметических знаков, но и минимальное количество из данных цифр (не изменяя порядка их следования!).

Например:

$$2\times 34\times(5\times 6+7-8)=1972$$
$$2\times 34\times(-5+6\times 7-8)=1972$$

Цифры можно пропускать и в середине. (Примеры В. Кибирева из г. Харькова).

●

Н. Антонович (г. Новосибирск) предлагает следующую задачу:

$$1\cdot 9-7-2=0$$
$$1+9-7-2=1$$
$$1+(9-7):2=2$$
$$-1+9-7+2=3$$
$$\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot$$
$$1\ 9\ 7\ 2=a$$

До какого максимального числа a (но чтобы были и все предыдущие числа) вам удастся добраться, используя любые арифметические знаки?

●

$$(9-5)^5+(8:4)^4+(7+3)^3-(6+2)^2-(5-1)^1=1972$$

Так представил число 1972 П. Рыхсибаев из г. Яншюль.

●

А вот так А. Ямпольский из г. Саратова:

$$1972=(9!\ 8!\ 1!):(7!\ 6!\ 2!)-5!:3!-4!$$

●

В виде суммы последовательных чисел представил число 1972 Н. Нестеренко из Ворошиловградской области:

$$1972=54+55+56+\ldots+82$$
$$1972=108+109+110+\ldots+124.$$

Тему развивает дальше Ю. Крылов (Томская обл.). Сколькими способами удастся вам представить 1972 в виде суммы членов арифметической прогрессии, спрашивает он (разность арифметической прогрессии не обязательно должна равняться 1, как в приведенных примерах).

●

$$\frac{1972}{1}=\frac{1972}{9-7}+\frac{1972}{2}$$

Д. Антоненко (г. Донецк) использовал в примере только цифры числа 1972.

●

$$1972=(1^0+9^0+7^0+2^0)\cdot(-1^1+9^1+7^1+2^1)\cdot(1^2+9^2-7^2-2^2)$$

В. Кибирев (г. Харьков).

●

Ученик 9-го класса из г. Целинограда В. Павлов предлагает задачу: найти трехзначное число, которое надо приписать к числу 1972, чтобы получившееся семизначное число делилось без остатка на 7, 8 и 9. Сколько решений имеет задача?

●

Любителей математической кунсткамеры мы поздравляем с Новым, 1973 годом и приглашаем принять участие в разработке темы «1973 год и математические неожиданности».

РЕГУЛЯТОР ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА

Гипоталамус привлекает к себе пристальное внимание медиков всех специальностей.

Исследованиями установлено, что этот крохотный участок головного мозга играет важнейшую роль в жизнедеятельности организма.

Профессор М. ГОЛЬДЕЛЬМАН (Запорожье),
доктор медицинских наук Л. СОСКИН (Москва).

Гипоталамус — крохотный участок мозга, наделенный большими полномочиями. Именно он ответствен за многие функции организма.

Расположен гипоталамус, или, как его еще называют, «подбугровая область», в основании мозга, вблизи так называемых зрительных бугров. Это — небольшое образование, которое весит всего 4 грамма (при весе головного мозга примерно 1 400 граммов). По размеру гипоталамус с фалангу большого пальца человека. На этой небольшой площади расположены 32 пары ядер групп нервных клеток, которые имеют отношение к выполнению сложнейших функций организма.

Многочисленные экспериментальные исследования и клинические наблюдения показали, что гипоталамус участвует в регуляции сердечно-сосудистой системы, функций желудочно-кишечного тракта, мочеотделения, регуляции температуры тела, бодрствования и сна, аппетита и жажды, различных видов обмена веществ (водного, солевого, углеводного, жирового, белкового); регулирует он также функции эндокринных желез — щитовидной, поджелудочной, половых, надпочечников; принимает участие в эмоциональных реакциях.

Нервные клетки гипоталамуса продуцируют гормоноподобные вещества, так называемые реализующие факторы, которые способствуют выделению гипофизом тропных гормонов. Эти тропные гормоны и стимулируют деятельность всех эндокринных желез организма. Когда эндокринная функция гипоталамуса-гипофиза повышается и какие-либо из периферических эндокринных желез выделяют слишком много гормонов, это приводит к торможению функции гипоталамуса-гипофиза, восстанавливая постоянство внутренней среды организма, необходимое для его нормальной жизнедеятельности.

Тесная связь гипоталамуса с различными отделами центральной нервной системы и железами внутренней секреции, его участие почти во всех функциях организма объясняют, почему поражение его может вызвать ряд самых разнообразных нарушений.

В первую очередь это расстройства сосудистого характера: неприятные ощущения со стороны сердца — либо усиленные сердцебиения или же замирание сердца, покраснение или побледнение кожи; иногда это носит постоянный характер или приступообразно обостряется и осложняется головными болями, головокружениями, дрожью всего тела, состоянием резкой общей слабости вплоть до полной обездвиженности. У таких больных без видимой причины может повышаться температура тела, которая не снижается под влиянием жаропонижающих средств. Нужно сказать, что эти приступы не представляют опасности, но вызывают у больных чувство страха.

Поражение гипоталамуса может проявиться в нарушении аппетита и измененной потребности в жидкости. Чаще всего больной постоянно ощущает чувство голода, никак не может насытиться. Только что обильно поев, снова через 15—30 минут хочет есть. Чрезмерное употребление пищи сопровождается значительной прибавкой в весе. Реже наблюдается резкое снижение аппетита вплоть до полного его отсутствия, что, естественно, ведет к резкому похуданию. У ряда больных резко повышается жажда. Больной выпивает до 10 литров жидкости в сутки, а иногда и больше.

У таких больных часто нарушен и сон. Днем они постоянно хотят спать, а ночью страдают бессонницей.

Нередко ослабляется и половое влечение, а у женщин, кроме того, нарушается менструальный цикл. У мужчин болезнь может сопровождаться выпадением волос, а у женщин — чрезмерным разрастанием их на лице, конечностях, туловище.

Почти у всех больных отмечается повышенная утомляемость, даже при незначительных умственных и физических нагрузках. Они становятся раздражительными, вспыльчивыми, плаксивыми. Таковы признаки поражения гипоталамуса. Но вовсе не всегда все эти явления связаны именно с «гипоталамическим синдромом».

Как уже говорилось, гипоталамус — участник и регулировщик большинства жизненно важных систем. Вот почему, когда не обнаруживаются очаги поражения в той или иной системе, нарушение функций не всегда правильно объясняют поражением гипоталамической области.

Только всестороннее обследование больного может дать ответ, поражен ли какой-либо внутренний орган, отдел центральной нервной системы, наконец, периферическая эндокринная железа, или же речь идет об истинном поражении гипоталамической области.

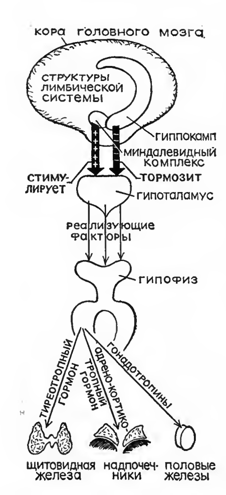
Поражение гипоталамуса бывает как первичным, так и вторичным. Первичное поражение может наступить в результате перенесенного энцефалита (воспаления головного мозга), после гриппа, ангины, ревматизма. Различные детские инфекции — корь, скарлатина, коклюш — также могут быть виновниками заболевания. Микробы и токсические продукты их распада легко проникают в ткань гипоталамуса через кровеносные сосуды и спинномозговую жидкость.

Гипоталамус может пострадать также при длительном воздействии на организм алкоголя, бытовых и профессиональных токсических веществ (окиси углерода, ртути).

Люди, перенесшие черепномозговую травму, часто страдают поражением гипоталамуса, который подвергается удару волной спинномозговой жидкости с двух сторон — сверху, со стороны желудочка мозга, и снизу, со стороны основания мозга.

Иногда гипоталамус поражается в период беременности и после родов, особенно ненормально протекавших.

При заболеваниях печени, желчного пузыря, желудка, кишечника и других хронических заболеваниях наблюдаются вторичные поражения гипоталамуса. Первично поражение гипоталамической области или вторично, особенно трудно определить в тех случаях, когда вес больного значительно превышает нормальный. Очень часто бывает так: гипоталамус в норме, а больной просто переедает (ест слишком много сладостей и жиров). В результате — прогрессирующая прибавка в весе. А на фоне уже существующего ожирения развивается резкое повышение аппетита (ведь излишний жир также требует дополнительного питания), жажда, сонливость днем и ряд других симптомов, похожих на поражение гипоталамической области. Как только больному назначается соответствующая диета



Неврогенные и нейрогормональные механизмы участия гипоталамуса в жизнедеятельности организма.

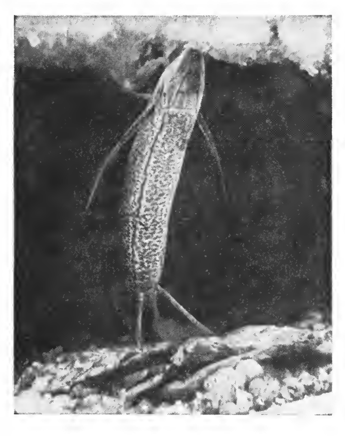
и двигательный режим, у него нормализуется вес и все гипоталамические симптомы исчезают.

Таким образом, только тщательное обследование, включающее рентгеновский снимок черепа, исследование глазного дна, запись биотоков мозга (электроэнцефалография), сердца (электрокардиография), анализ гормонального профиля дают правильную картину заболевания.

Поэтому, если больной обнаружил у себя одно из указанных проявлений поражения гипоталамической области, это вовсе не свидетельствует о наличии «гипоталамического синдрома».

В настоящее время есть ряд эффективных средств для лечения поражения гипоталамической области. Это и лекарственные препараты, которые принимаются внутрь, а также вводятся в организм с помощью гальванического тока (так называемый электрофорез). В тех случаях, когда обмен веществ значительно нарушен, приходится иногда прибегать к рентгеновскому облучению гипоталамической области.

ДВОЯКОДЫШАЩИЕ



ПРОХОР ПРОХОРЫЧ

М. МАХЛИН.

Всех друзей, отправляющихся в дальние края, я прошу обычно привезти что-нибудь интересное. Прошу всех. Обещают тоже все. Привозят единицы.

Мой друг заявил еще с порога:

— Хороший человек без подарка не возвращается. Готовь таз с теплой водой!

Он извлек из портфеля солидный пакет, развернул листы бумаги и подал мне голубой нейлоновый мешок. Я заглянул внутрь — какой-то ком светло-серой глины... Глина? Таз с водой? Неужели?!

В теплой воде комья глины быстро рассыпались, как куски сахара в чае. И вот из середины кома, поднимая муть, выглянула черная мордочка. Несколько движений — и из кокона вывалилось в воду странное существо. Рыба? Нет, пожалуй: не плавники, а ноги, и хвост — явно, как у аксолотля. Земноводное? Похоже, да все-таки не ноги, пальцев нет. Существо было кривое, с втянутыми боками, искривленными нитями-ногами.

Пока мы сидели, курили и я слушал рассказ о далекой Африке, это странное существо, словно наглатывалось воды, на глазах округлялось, полнело.

Так осенью 1963 года в мою жизнь вошел Прохор Прохорыч. Впрочем, нет. Сначала это был просто маленький протоптерус, двоякодышащая рыба из африканских водоемов. И вошел этот уникальный гость не в мою жизнь,— хотя я и мечтать не мог о такой редкости,— а в жизнь одного из моих аквариумов. Протоптерус жил в кокосовом орехе, предусмотрительно захваченном другом из Африки,— он ведь был не более 15 сантиметров. Каждые 7 минут он выплывал из своего дома и, волнообразно работая хвостом, прижав нити-плавники к телу, поднимался к поверхности подышать воздухом. Он жил в гуще водных растений, в компании обычных аквариумных рыб. И питался обычным кормом этих рыб — личинками комара, мотылем.

Потом... Впрочем, девять лет в двух словах не перескажешь, лучше сразу перейти к сегодняшнему дню. Сегодня это уже не просто редкость в одном из аквариумов. Прохор Прохорыч занимает персональный водоем. У него свои привычки, свой характер, он очень не любит, когда мимо его аквариума проходят быстро (виновный получит душ в два ведра воды), он знает, в каком углу аквариума его кормят, он любит филе, куриные потроха, обожает утиное мясо и полностью пренебрегает свининой. Сегодня Прохор Прохорыч имеет размах передних плавников 42 сантиметра, общую длину 97 сантиметров.

Когда Прохорыч был шаловливым Прошкой и только еще начинал перекапывать грунт в аквариуме, гоняться за рыбами и выдирать из горшков водные растения, я, увидев молодых протоптерусов в Московском зоопарке, размечтался: «Вот бы одного в компанию к моему...» Позже я узнал, что это было наивностью с моей стороны. На выставке в Москве сотрудники кафедры ихтиологии МГУ на короткое время соединили

молодого протоптеруса с хищной рыбой из Амура — змееголовом. И все кончилось тем, что протоптерус напал на змееголова, который, кстати, был больше по размерам, и выкусил у него часть брюха. Поэтому, когда сотрудник кафедры Б. В. Веригин как-то предложил мне погладить сидевшего в аквариуме протоптеруса, я воспринял это как шутку. Но выяснилось: гладить можно.

В молодости у Прошки характер был дурной: он остервенело бросался на любой новый предмет в аквариуме, яростно перегрызал алюминиевые трубки от фильтра диаметром в 5—7 миллиметров, щелкал, как семечками, спиртовыми градусниками (ума не приложу, как он не ранил рот стеклом), стремился цапнуть за руку.

Однажды, уже полуметрового роста, Прохорыч вылез из аквариума (он может хорошо ползать по полу; както целую ночь гулял по квартире) и искусал соседскую кошку. Можно только предполагать, что кошка заинтересовалась необычным зверем и тронула его лапой. Мы только услышали отчаянный кошачий визг; кошка потом две недели хромала.

Как видите, о таком необычном члене семьи можно рассказать множество любопытных эпизодов. Но не будем отходить от биологической направленности материала. Тем более, что сведения о жизни протоптерусов у себя на родине, о которых рассказывает соседняя статья, полезно дополнить наблюдениями за поведением одного из них в неволе.

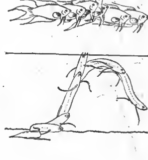
Подкласс двоякодышащие рыбы — очень и очень древний, первые представители его появились еще в девоне. Иногда этих рыб соединяют в отряд (надотряд) с не менее древними кистеперыми (одна из кистеперых рыб, латимерия, обнаруженная живой в 1938 году, хорошо известна читателю по многочисленным статьям и книгам). Советские ихтиологи выделяют двоякодышащих в самостоятельный подкласс, так как они довольно сильно отличаются анатомически от всех костных (в том числе и кистеперых) рыб. Отряд цератодоподобных рыб включает в себя подотряды цератодов (современный представитель — рогозуб— живет в Австралии) и лепидосиреновых (лепидосирена обитает в Южной Америке, а четыре вида протоптерусов — в Центральной Африке). Многочисленная Прошкина родня известна ученым из окаменелых останков; ныне живущих родственников, как видим, мало. В печати иногда проскальзывает утверждение, что именно эти рыбы явились предками земноводных. Это неверно. Современные двоякодышащие рыбы — тупиковая ветвь эволюционного древа; земноводные произошли от вымерших ныне видов.

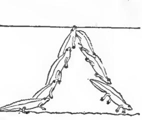
Но кое-что общее у протоптерусов и земноводных есть. Это наружные жабры у личинок. Это специфические бисериальные плавники-нити. На фотографии видно, что нити могут даже ветвиться, образуя на концах нечто вроде пальцев. Но пальцев бисериальные плавники образовать не могут, они хрящевые, без костей. Передние плавники служат рыбе для осязания. Ими ощупывается дно, стенки аквариума. Стоит плавнику коснуться куска мяса, как протоптерус резко поворачивается и безошибочно хватает пищу. Возможно, на этих плавниках есть вкусовые точки. Задние плавники упруги, на них рыба встает, когда поднимает голову к поверхности. Эти плавники помогают протоптерусу медленно двигаться у дна: они совершают вращательные движения и, отталкиваясь от грунта, обеспечивают рыбе поступательное движение вперед. (Я искренне думаю, что колесо изобрел не гениальный предок современных людей, а Прохорыч.)

Общим с земноводными является и ориентация личинки и молодого протоптеруса. Подобно саламандрам и тритонам, юный Прошка буквально наезжал на корм и долго размышлял, уткнувшись мордой в личинку мотыля, прежде чем заглатывал ее. В то время он питался только движущимся кормом. Со временем возникают более совершенные органы ориентации. Чувстви-



Иногда бисериальные плавники протоптерусов ветвятся на концах, образуя некоторое подобие пальцев.





Движения протоптеруса при заглатывании атмосферного воздуха больше напоминают движения земноводных (например, тритона), чем рыб.

● ЗООУГОЛОК НА ДОМУ

тельными становятся передние плавники. Обостряется обоняние. Прохор легко находит по запаху неподвижную пищу. Если долить в его водоем воду из другого аквариума с рыбами, он беспокойно начинает искать самих рыб. Наконец, развиваются сейсмосенсорные органы: голова и тело животного имеют каналы, через отверстия которых поступают сигналы о малейшем движении в воде. Достаточно развито и зрение. Прохор ясно видит движение вне аквариума: например, когда он голоден, то следует за пальцем, которым водят снаружи по стеклу водоема.

Дышит Прохорыч как жабрами, так и атмосферным воздухом. Конец морды высовывается из воды на 3—4 сантиметра, рот раскрывается, происходит одновременно выдох-вдох. При этом на всю квартиру разносится характерный свист. Иногда избыток воздуха выпускается пузырями через жаберные отверстия, чаще же этого не бывает. Интервал между актами дыхания колеблется в зависимости от ряда причин в пределах 10—30 минут.

Долгая жизнь в неволе определила некоторые условные рефлексы Так, Прохорыч позволяет теперь убирать экскременты специальным сачком не препятствует смене воды (раньше он кусал сачок, шланг), знает угол аквариума где его кормят и где он обычно застывает в характерной «охотничьей» стойке. Стойка эта свидетельствует, что Прохор знает и направление поступления корма сверху (ранее голодный протоптерус бесцельно метался по водоему). Эта стойка позволяет моим домашним точно определять, когда Прохор нагулял аппетит. Кстати, протоптерус не жаден, не ест больше, чем ему необходимо в данный момент, и если в аквариуме оказались лишние куски, их приходится удалять.

Ест он почти всю ту мясную пищу, которую мы покупаем для себя. Не любит жилы, жирное мясо, скептически относится к морской размороженной рыбе. Обычный корм — волокнистое мясо, на которое предварительно капнули витаминами A и D. Очень любит куриные или утиные печень, желудок, сердце; более грубые потроха ест неохотно. Обычно пищу схватывает резко, молниеносным броском, прямо из рук. У поверхности этот акт сопровождается страшным шумом и плеском. Потом уходит на глубину, залегает горизонтально и начинает жевать. Жует долго. Большой кусок мяса вновь показывается изо рта, но уже спрессованным, как пластинка. Снова глоток, и снова мясо ползет из пасти еще более тонкой лентой. Большие куски рвет резкими бросками головы. Рыб разгрызает с хрустом. Птичьи потроха заглатывает целиком, а слизь и чешуя от рыб выбрасываются наружу через жабры.

Летом Прохорыч пирует — получает улиток, раков, двустворчатых моллюсков. С раками справляется шутя. Крупные ракушки легко разгрызает. Однажды я переслал с женой несколько беззубок, наловленных в озере на даче. В эту ночь жена не смогла заснуть от грохота: Прохорыч лакомился.

За девять лет Прохорыч, естественно, не впадал в спячку. Первые годы дважды в году у него возникали периоды беспокойства, попытки выйти из аквариума. Теперь Прохорыч определил периоды полуспячки — он становится вялым, когда в квартире перестают топить, теряет аппетит, лежит на дне. Температура в шестнадцать градусов — предел для его активности; при 20—22° он чувствует себя нормально. К сожалению, неуемный интерес Прохора ко всем техническим приспособлениям не позволяет применять аквариумные электрогрелки — он разгрызает эти приборы. За эти годы Прохорыч несколько раз болел, терял почти полностью парные плавники, покрывался грибком сапролегнией. Без грунта у него заболевает рот — возможно, на воле он чистит песком зубы. Повышение температуры воды и витаминизация корма вылечивают рыбу.

Одно время я надеялся, что фактор объема — емкость водоема — ограничит рост Прохора. Но он продолжает расти.

ДВОЯКОДЫШАЩИЕ РЫБЫ АФРИКИ

Линкольн **ЛИТТРЕЛ.**

До наших дней дожило шесть видов двоякодышащих рыб. Из них четыре вида семейства протоптерусов, или чешуйчатиков, обитают в Африке. Это большой протоптер, малый протоптер, бурый протоптер, темный протоптер.

В течение очень долгого времени двоякодышащие рыбы были известны только по их окаменелым останкам, пока в 1835 году не обнаружили бурого протоптера, который был найден в Гамбии Томасом Вейром.

Как затем выяснилось, он живет в водах бассейна озера Чад, в реках Сенегал, Нигер, Замбези Но главный ареал его обитания — заболоченные местности, примыкающие к этим рекам. Бурый протоптер достигает 70 сантиметров в длину. Молодняк имеет очень темную окраску, иногда почти черную. Окраска спины взрослых рыб серовато-коричневая либо темно-коричневая. Бока рыбы более светлого цвета с неправильными рядами темных бурых пятен. Беловатое или же грязно-желтое брюшно рыбы обычно не имеет никаких пятен.

Протоптер темный — его длина почти 85 сантиметров — обитает только в бассейнах рек Конго и Огове. Этот вид имеет очень темную окраску спины, более светлые бока и брюхо. Шейна рыбы светло-красная, обычно без пятен, хотя иногда бывает по нескольку темных точек.

Большой протоптер обитает в реках Нил и Конго, а также в больших озерах от Восточного Судана до Танганьики. Но часто он встречается и в мелких водах пересыхающих заболоченных районов Достигает 140 сантиметров в длину, хотя



● НЕ СЛИШКОМ ИЗВЕСТНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЖИВОТНЫХ

В этих расколотых кусках глины видны два протоптеруса, спящих в своих коконах.

однажды пойманный на озере Виктория экземпляр имел длину около двух метров. Верхняя часть рыбы голубовато-серой окраски, нижняя — значительно бледнее, мраморного цвета, покрытая пятнами.

Малый протоптер — самый пестрый по окраске из всех африканских двоякодышащих. Со спины он либо голубовато-серый, либо же темно-серый, на боках — темные пятна, брюшко иногда белое, но чаще сероватое с белыми пятнами. Характерным признаком рыбы является темный цвет нижней части головы с белыми пятнами. Обычная длина взрослого экземпляра — 30 сантиметров. Живет он в дельте Замбези и в реках, расположенных к юго-востоку от озера Рудольф.

В свое время считалось, что легкие двоякодышащих рыб развились из плавательного пузыря. Однако в настоящее время большинство ученых склоняются к противоположному взгляду. Австралийская двоякодышащая рыба живет только в воде, у нее всего одно легкое (все другие имеют два), а ее жабры полностью функциональны. Обычно протоптеры в большей степени зависят от атмосферного воздуха и просто утонут, если как-нибудь помешать им дышать атмосферным воздухом. Такое может случиться, например, на мелководье, когда рыба не может достать поверхности под углом, необходимым для дыхания.

Когда протоптеры плавают, они напоминают по движению угрей, но при перемещении по дну больше походят на тритонов. Строение плавников тоже указывает на их близость к амфибиям, да и икринки протоптеров больше похожи на икру амфибий, чем рыб. Их может быть до пяти тысяч, откладываются они в начале дождливого сезона. У личинок четыре пары наружных жабр. В течение приблизительно месяца они питаются за счет желточного мешка — это время личинки прикреплены к стенкам нерестовой камеры и охраняются самцом. Затем они покидают гнездо и переходят к активному питанию, теряя при этом одну пару наружных жабр. Две или три пары жабр могут сохраняться в течение многих месяцев, а у малого протоптера сохраняются все три пары до тех пор, пока малек не достигнет размеров взрослой особи.

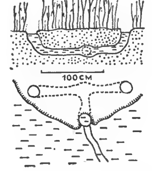
Двоякодышащие предпочитают жить в водах заболоченных районов, подверженных ежегодным затоплениям. Они хорошо переносят сухие сезоны, которые пагубны для других водных животных этих же самых мест.

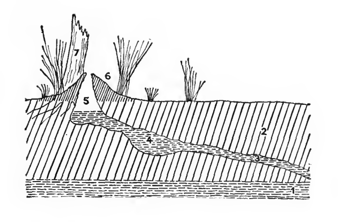
К особенностям этих рыб нужно прежде всего причислить способ их спячки. Устроив нору (в ней протоптер проводит засушливый сезон), он выделяет слизь, которая обволакивает его плотным коконом — остается лишь небольшое отверстие у рта. Тело рыбы в коконе перегнуто пополам, голова направлена вверх, и хвост покрывает рыло. В отличие от других животных, которые в периоды спячки существуют за счет накопленных жиров, двоякодышащие живут, расходуя мышечную ткань. Почки при спячке функционируют, выводя продукты распада и отделяя мочевину от телесных жидкостей, так что вода может использоваться снова и снова.

Период спячки может длиться несколько месяцев в зависимости от возвращения паводковых вод. Пока вода еще не высохла, рыба время от времени поднимается, чтобы глотнуть поверхностного воздуха. Впоследствии придонный ил и грунт выбрасываются наверх, образуя холмик, своего рода колпачок над входом в нору. При высыхании он становится пористым, пропуская достаточное количество воздуха, для того, чтобы поддержать жизнь спящей рыбы. Воздух поступает к рыбе через отверстие кокона, которым она уже окружена к этому моменту.

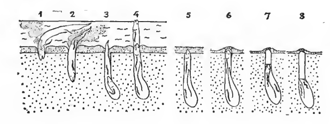
В поисках деликатесов для своего стола местные жители выходят на рыбную ловлю с мотыгами. Холмики, напоминающие кучки земли, оставляемые кротом,

Гнездо бурого протоптеруса, вверху — вертикальный разрез, внизу — план.





Поперечное сеченне гнезда темного протоптеруса: 1 — подземная вода; 2 — затвердевшая грязь в болоте; 3 — проход-нора; 4 — нерестовая намера; 5 — вентнляционное отверстне; 6 — колпачок над входом; 7 — ствол дерева. Проход, часть вентнляцнонного отверстня и нерестовая намера наполнены водой.



Стадни прнготовления гнезда протоптерусом, которое завершается образованнем порнстого нолпачиа над вентнляцноиным отверстием.

указывают на места спячки рыб. Обнаружив зто место, кокон с рыбой выкапывают нз земли. Рыб зтого вида слишком миого, чтобы такие поиски кулинарных деликатесов могли привести к полному уничтожению вида: число остающихся в живых громадно. Весенних дождей обычно бывает вполне достаточно для того, чтобы привести паводковые воды в зти районы. Тогда рыбы выходят из своих нор и очень скоро начинают рыть новые — для нереста. Гнезда для иереста отличаются от нор-спален по форме и по числу входных отверстий, но все они почти горизонтальные, слегка иаклоненные вниз, цилиндрические «штольни», выедаемые в буквальиом смысле слова в береге рекн. Входное отверстие в гнездо прорывается в береге реки на уровне дна потока. Нередко роется еще одна или даже иесколько такого рода «штолен», н некоторые из них выходят прямо на поверхиость земли среди корней болотных растений.

Имеющиеся в нашем распоряженин данные указывают на то, что гнезда роет самец, который потом загоняет туда одну нлн несколько самок для икрометания. Во время эмбрионального развития личинок самец сторожит их. Личинки в нерестовой камере обнаруживают различные стадии развития, что свидетельствует либо о том, что одна н та же самка откладывает икру с некоторымн интервалами, либо же о том, что икрометаиие производится последовательио несколькимн самками.

Самец сторожит гнездо до тех пор, пока все лнчинки, похожие иа головастиков, не покииут иерестовую камеру. Покинув камеру, они в течение некоторого времени плавают только рядом с нею, скрываясь туда при малейшей опасности.

Протоптерус темный обитает в болотистых местностях, покрытых травой и кустарниками. Общей чертой всех этих местиостей является то, что слой подземиой воды сохраняется во время сухого сезона. Когда поверхностиые воды вачинают летом убывать, протоптерус темиый, как и его сородичи, исчезает, но, погружаясь в придонную грязь, он достигает такого места, где ил становится все более н более жидким, и, наконец, оказывается в слое подземиой воды. На расстоянии приблизительно полуметра под поверхиостью придонной грязи наклонный проход переходит в вертикальный. Толкая грязь снизу, протоптерус завершает проход созданием колпачка над входом. Устроившись в подземном нле, рыба проводит сухой сезои, ие создавая кокона, подннмаясь по своим проходам время от времени наверх, чтобы подышать свежим воздухом.

Расширенное место в иаклонной частн прохода служит самцу нерестовой камерой. Местные рыбаки рассказывают, что такие иоры, если нх ие разрушают весеииие паводки, служат рыбе от пяти до десяти лет. Подготовка такой норы к нересту, то есть очистка, которую проводит самец, год от года наращивает колпачок грязи, который растет вокруг входа, достигая порой полуметра-метра высоты.

Размножеиие у этих рыб происходит так же, как и у других видов, за исключением того, что самец стережет свою молодь, оставаясь в иоре, вблизи личииок. Медленные движения его хвоста, создающие циркуляцию воды в иерестовой камере, по-видимому, имеют большое значеиие для развития молоди.

Протоптер ие изящное существо, ио он прожил достаточно долго. Что бы ни несла ему погода — палящий зной или наводпения,— он приспособлен к любому случаю, и все говорит за то, что протоптер будет существовать и в весьма отдалеином будущем.

Перевод с английского Ю. АСЕЕВА.

Раздел ведет народный артист Армянской ССР Арутюн АКОПЯН.

НЕОБЫКНОВЕННАЯ ВЕРЕВКА

Берете полутораметровую веревку со связанными концами, показываете ее зрителям и разрезаете ножницами. Образовавшиеся два конца зажимаете в кулак. Веревка мгновенно «срастается».

После этого обращаетесь к зрителям и предлагаете повторить фокус еще раз.

Ту же веревку разрезаете в точке, диаметрально противоположной узлу. Концы связываете между собой и подравниваете ножницами. Потерев узел рукой, показываете веревку зрителям. Узел исчез, а веревка цела и невредима.

Секрет фокуса. Отрежьте кусок белой эластичной веревки длиной в полтора метра, соедините концы и сшейте их белой ниткой. Концы нитки обрежьте. Это соединение секретное, и зрители не должны знать о нем.

Со стороны, противоположной секретному соединению, сделайте две небольшие петли и, пропустив через них маленький кусочек такой же веревки, слегка затяните их. Получится фальшивый узел, который будет восприниматься зрителями как настоящий.

Взяв еще сантиметров двадцать такой же веревки, сделайте петлю, наденьте ее на основную веревку и скрепите концы, как показано на рисунке.

Перед демонстрацией фокуса положите приготовленную веревку на стол позади какого-нибудь предмета. Когда будете брать веревку со стола, не забудьте ухватить ее левой рукой сантиметрах в тридцати от фальшивого узла. В этом месте должна находиться и подвижная петля. Прикрыв ее левой рукой, поднимите веревку и покажите зрителям. Рассказывая о волшебных свойствах веревки, сожмите левую руку в кулак и пальцами правой руки достаньте из него часть подвижной петли, которую зрители примут за основную веревку.

Просунув в петлю один конец ножниц, разрежьте ее и коротко подстригите концы. Одновременно надо успеть схватить кусочек веревки, оставшийся от петли, и бросить его на пол вместе с остальными обрезками. Теперь остается положить на стол ножницы, потереть веревку в том месте, где был сделан «разрез», и показать зрителям, что веревка «срослась».

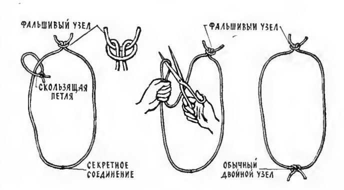
Переходя ко второй части фокуса, возьмите веревку большим и указательным пальцами левой руки так, чтобы фальшивый узел и место секретного соединения были напротив друг друга. Аккуратно разрежьте веревку в месте соединения. Зрители будут уверены в том, что у вас в руках остались две веревки, связанные узлом. Они не знают, что узел фальшивый.

Возьмите два свободных конца веревки, подравняйте их ножницами (чтобы ликвидировать остатки ниток, которыми они были сшиты) и свяжите двойным узлом. Его трудно будет отличить от фальшивого узла, сделанного заранее.

Теперь у вас в руках веревочное кольцо с двумя узлами. Положите ножницы на стол. Возьмите один узел в правую руку, а другой в левую и покажите веревку зрителям. Когда будете идти к столу за ножницами, переложите на секунду оба узла в одну руку, а возвращаясь к зрителям, оставьте в левой руке только фальшивый узел.

Это надо делать очень легко и непринужденно, чтобы зрители не заметили подмены узлов.

Подравняйте ножницами концы фальшивого узла, чтобы продетый в петли кусочек веревки был как можно короче, и быстро вытащите его ножницами. Затем проведите рукой по тому месту, где был узел, и передайте веревку зрителям для осмотра. Они увидят, что веревка опять «срослась».





Нильс Бор выступает перед студентами Московского государственного университета. Переводит Л. Д. Ландау. Фото 1961 года.

НИЛЬС БОР

Д. ДАНИН.

«ХОЛЬГЕР-ДАТЧАНИН»

А потом была вторая половина войны — годы семнадцатый и восемнадцатый.

...Истребительный террор германских подводных лодок, не щадивший и датские корабли.

...Английские танки в Комбре.

...Немецкие газы на Ипре.

...Снова Верден и снова Марна.

....Снова атаки и контратаки, прорывы и захлебнувшиеся в крови наступления.

И вещи решающей важности:

...Присоединение Америки к Антанте.

...Всеобщая усталость от бессмысленных жертвоприношений, неубывающих тревог и растущей нужды.

...И наконец — дни революции в России. Поворотные мгновения века, когда слышно стало, по ком звонит колокол.

Это были шаги мировой истории, и гул их отдавался повсюду. Нейтралитет в войне не создавал нейтралитета в делах человечества. И в маленькой Дании люди молили о конце войны, одни — бога другие — разум, с теми же чувствами, что и на большой воюющей земле: молили, как об избавлении. И пораженно следили, одни — с надеждами, другие — со страхом, за революционными событиями на востоке Европы, ощущая нечто небывалое и неохватное по своим последствиям в таком исходе войны...

Продолжение. См. «Наука и жизнь» №№ 4, 5, 8, 1972.

А Бор — что думал он о происходящем?

Журналисты еще не осаждали его просьбами высказаться о политической злобе дня. (Он еще не удостоился той высшей степени популярности, когда человека настоятельно просят вслух поговорить о вещах, которыми он не занимается.) Возможно, за годы войны он все-таки стал чуть ближе к злобе дня, чем в предвоенном июле 14-го года, когда так беззаботно пустился путешествовать по Германии, несмотря на выстрел в Сараеве. Война, как землетрясение, всех понуждает прислушиваться к подземным толчкам и подумывать о прочности окружающего мира. Но он попрежнему не был надежным политическим сейсмографом: не стал разбираться лучше в подпочвенном ходе истории — в ее социальных сдвигах и националистических безумствах. Все так же взвешивал логические возможности и разумные решения, отдавая предпочтение самым логичным и самым разумным, как наиболее вероятным. Он относил себя к разряду людей «либерэлмайнднд» — настроенных либерально и мыслящих свободно. И это была безусловная правда. Но принадлежность к этому разряду вовсе не определяла исторической зоркости, потому что совсем не такие люди делали историю и влияли на ее течение.

Он доверчиво полагал, что конец войны станет началом бессрочного благополучия в мире. И когда в ноябре 18-го года войне действительно пришел конец, и переполненные транзиты на морях и на суше

возвращали солдат и беженцев в их страны, города и селения, и люди в Копенгагене, как в Лондоне, целыми днями шатались по улицам, не замечая предзимней стужи, и ошалело обнимали знакомых и незнакомых, и нескончаемо пили и пели во всех кабачках и ресторациях, и не смолкали на перекрестках и площадях даже при виде молчаливых женщин в черном — матросских вдов из припортовых кварталов, и студенты забывали ходить на лекции, празднуя открывшееся перед ними бессмертие, и мальчики в коротких штанишках перестали на время размахивать деревянными ружьями и мечами,— через две недели после того, как в Компьенском лесу под Парижем генералы и политики заключили, наконец, перемирие, профессор Бор написал профессору Резерфорду превосходные и самые опрометчивые строки, какие ему доводилось препоручать бумаге:

Копенгаген
24 ноября 1918

> «...Больше никогда не будет в Европе войны таких масштабов: все народы столь многое извлекли из этого ужасающего урока... Все либерально-мыслящие люди в мире, надо думать, поняли непригодность принципов, на которых зиждилась до сих пор мировая политика».

...Всего через два десятилетия, в 1939 году, история напомнила Бору об этих строках. На страницах только что вышедшей книги А. С. Ива об уже покойном Резерфорде он встретил тогда полный текст своего старого письма. Усмехнулся ли он, подумав о собственной былой доверчивости? Наверняка. И наверняка невесело. Оттого и невесело, что времена снова были не приспособлены для улыбок: уже расползавшаяся по Европе вторая мировая война принимала масштабы, несравненно большие, чем первая, и фашизм уже преподносил европейским народам урок, во сто крат более ужасающий, чем тот, что усвоили двадцать лет назад прекрасные люди из разряда «либерэл-майндид». И вот только этот новый урок, как мы еще увидим, действительно отточил историческую проницательность Бора — так отточил, что в 1943 году он, физик-теоретик, показал себя одним из дальновиднейших политиков мира.

И все же тот неутомимый оптимизм тридцатитрехлетнего датчанина был мудрее вечно умного пессимизма. Он по крайней мере помогал работать и жить. И, право же, вполне вещественным даром именно этого оптимизма было появление на свет в апреле 18-го года,— когда эпидемия смерти еще стояла у датских границ — второго маленького Бора: не андерсеновские аисты, а вера в жизнь и доверие к будущему принесли тогда полуторагодовалому Кристиану Альфреду младшего брата — Ханса Хенрика.

В мире тревоги и неуверенности род Бора прочно утверждал себя на земле.

Если бы малыши были уже повзрослее и умели слушать сказки Андерсена, самая недетская и самая датская из них — «Хольгер-Датчанин»— символически поведала бы им в то трудное время кое-что существенное об их отце:

> «...Дед говорил о датских львах и сердцах, о силе и кротости, объясняя, что есть и другая сила, кроме той, что опирается на меч. При этом он указал на полку, где лежали старые книги...
>
> — Вот он тоже умел наносить удары! — сказал дедушка.— Он старался обрубать все уродливости и угловатости людские.— Затем старик кивнул на зеркало, за которым был заткнут календарь с изображением Круглой башни (старой обсерватории), и сказал: — Тихо Браге тоже владел мечом, но употреблял его не затем, чтобы проливать кровь, а для того, чтобы проложить верную дорогу к звездам небесным!..»

Вот на это и уходила, как прежде, вся зоркость разума Бора-Датчанина — на прокладывание верной дороги к звездам небесным. Или — без иносказаний — в глубины атомов земных.

По-прежнему вся его сосредоточенность уходила на это. И почти все его время. И если вторая половина войны все же чем-то отличалась для него от первой, то разве что удвоением — буквально удвоением! — его озабоченности будущим атомной физики: к собственным его теоретическим изысканиям теперь прибавились неотвязные мысли о создании теоретического института в Копенгагене. И это были уже не гадательные мысли от случая к случаю, а постоянные мысли-заботы.

Но, по правде говоря, он не решался еще произносить вслух громкое слово «институт». Хоть бы удалось ему раздвинуть стены жалкой комнатенки в Политехническом и построить всего лишь «маленькую лабораторию», как написал он тогда Резерфорду. В том первом письме после перемирия он выдал свои давние вожделения косвенным признанием:

> «...Я чувствую, какое счастье Вы должны испытывать от того, что сможете теперь снова безотлучно трудиться в лаборатории, как в былые дни...»

Ему самому все больше и больше — до тихой одержимости — хотелось испытать это же счастье, да только с той разницей, что у него за плечами еще не было даже «дней былых» — никогда еще не было *своего* лабораторного пристанища, где он мог бы сам ставить эксперименты, связанные с кругом его идей. И он знал, что, как всегда, найдет в Резерфорде понимающую душу: манчестерец Харальд Робинзон рассказывал, как Папа однажды заметил: «А знаете, Робинзон, я жалею ученых-бедняг,

не сумевших получить в свое распоряжение лаборатории!» И потому он так словоохотливо делился с Резерфордом первыми радостями предприимчивого организатора:

> «...Если говорить о внешних условиях моей работы здесь, я должен Вам рассказать еще, как радует меня, что создание маленькой лаборатории... отныне гарантировано разрешением правительства приступить к возведению здания, как только детальный проект будет получен из рук архитектора. Это великолепный итог наших усилий, и все осуществляется прежде всего благодаря необычайному великодушию одного из моих здешних друзей, который сам внес и собрал по подписке среди своих приятелей большую сумму (80 000 крон — в общей сложности 4 500 фунтов стерлингов), чтобы помочь университету покрыть строительные расходы и обеспечить закупку лабораторного оборудования. Лаборатория будет расположена на краю прекрасного парка неподалеку от центра города, и мы сами переедем жить туда».

Теперь, когда кончилась война, все выглядело легкодостижимым, и Бор, еще не начав строительства, уже приглашал Резерфорда вместе с Мэри на будущие торжества по случаю открытия лаборатории. И с пылкостью еще ни на кого не растраченного гостеприимства предлагал им апартаменты в своей пока не существующей квартире возле Фёллед-парка.

Он уже видел себя в роли главы — пусть поначалу крошечного, но независимого — физического государства на Блегдамсвей. Это будет его Манчестер — как у Резерфорда, его Кембридж — как у Томсона, его Мюнхен — как у Зоммерфельда. (Географической карте физики, как и политической карте Европы, предстояло измениться после войны—к счастью, по причинам прямо противоположным, чем вражда и кровопролитие.) И одно только предвкушение этой близкой перемены делало его счастливым. И доставляло во сто крат больше удовлетворения, чем первые уже снизошедшие на него почести: избрание в 1916 году президентом Физического общества Дании, а в 1917-м — членом Датской академии.

Об этих новостях он Резерфорду не сообщал. Почести и дело жизни — вещи несоизмеримые.

ЯКОРЬ, БРОШЕННЫЙ НАВСЕГДА

А тем временем Резерфорд вынашивал планы укрепления своего — изрядно пострадавшего от войны — манчестерского государства. И, еще не зная тогдашнего умонастроения Бора, отправил ему сразу после перемирия полное соблазнов послание. Их письма снова, как это уже бывало не раз, разминулись в пути.

Рассказав об «исступленно-бредовых радостях минувшей недели»— первой недели мира, Резерфорд продолжал:

> «...Возможно, Вы слышали, что мы учреждаем степень доктора философии. Мы также намереваемся превратить Манчестер в подлинный центр исследований по современной физике. Вспомните наши разговоры о месте профессора математической физики в лаборатории. Похоже на то, что дело развернется стремительно. Мне бы хотелось быть уверенным, что Вы, как и прежде, готовы отнестись с серьезностью к приглашению на хороший пост, который обеспечит Вам примерно 200 фунтов стерлингов в год.
>
> Вы знаете, как мы были бы рады видеть Вас снова здесь работающим вместе с нами. Думаю, что мы вдвоем могли бы хорошенько постараться и устроить в физике настоящий бум! А ну-ка обдумайте все это и дайте мне знать о Вашем решении как можно скорее...»

Нетрудно представить себе шумное нетерпение, с каким сэр Эрнст каждый день осведомлялся, утром — в лаборатории, вечером — у Мэри, не пришло ли письмо из Копенгагена. Его нетерпение было тем несдержанней, что он в своем послании искушал датчанина не только английскими фунтами, степенью доктора и завидным профессорством:

> «Я так хотел бы иметь Вас под рукой, чтобы подвергнуть обсуждению некоторые данные моих экспериментов по столкновению ядер. Полагаю, что я пришел к довольно сенсационным результатам. Но это тяжкий и долгий труд — раздобыться убедительным доказательством моих выводов».

Кто-кто, а уж он-то верно рисовал себе натуру копенгагенца!.. Много лет спустя, в четвертом интервью историкам, старый Бор выразился так по поводу одного эпизода из тех давних времен:

— Это сулило громадное наслаждение, потому что нашлось нечто, не поддававшееся объяснению обычным путем!

В эту точку и прицелился Резерфорд. Громадное наслаждение именно такого свойства пообещал он Бору в своем письме.

Речь шла об истолковании результатов радиоактивной бомбардировки атомов легких газов. На протяжении всего последнего года войны, с трудом урывая время от осточертевших обязанностей эксперта по военным исследованиям, занимался Резерфорд этими опытами в обезлюдевшей манчестерской лаборатории. И увидел: при бомбардировке азота рождались непонятные частицы — более длиннопробежные, чем сами бомбардирующие альфа-частицы радия. Возникло предположение, пока, разумеется, осторожно молчаливое: а не

осколки ли это азотных ядер?! Чистой интуицией Резерфорд уже предугадывал, что ему, пожалуй, удалось напасть на след небывалого процесса — искусственного расщепления атомного ядра. Если так, то он впервые в истории превратил одни атомы в другие! Перспектива такого истолкования его опытов была столь возвышающей, что захотелось тотчас приземлить ее. Жаргонные слова о будущем «буме в физике» как раз годились для этого. Он уверен был: жаждущий всепонимания датчанин улыбнется — и не устоит...

Но кончился ноябрь, декабрь уже катился к рождеству, а письма из Копенгагена все не было. Неужто сверхвежливый — иногда изнурительно вежливый — Бор изменил себе и не внял его просьбе ответить как можно быстрее?!

Однако Бор тут был ни при чем. Даже придавая своему письму чрезвычайное значение, сэру Эрнсту, по-видимому, не следовало делать на конверте дразнящую пометку — «Лично и конфиденциально!». Еще неделю назад, в дни войны, он не рискнул бы так возбуждать подозрительность почтовой цензуры, обрекая письмо на затяжную перепроверку. (Вдруг английский профессор передает нейтралу важную информацию! И по вечной наивности интеллектуалов сам предупреждает об этом.) Логика подозрительности хитра. А тут еще неполадки с судоходством. И хотя уже наступил мир, письмо где-то застряло. Бор получил его только через месяц.

Конечно, он ответил немедленно. И, конечно, его ответ — пылающий искренней преданностью! — все-таки не мог принести Резерфорду ничего другого, кроме еще большего огорчения, чем предшествующее молчание датчанина.

> К о п е н г а г е н
> 15 декабря 1918
>
> «...Не знаю, как высказать Вам мою благодарность за Ваше письмо от 17 ноября, которое я только что получил. Оно доставило мне величайшее удовольствие и в то же время стало для меня предметом раздумий, полных сожаления.
>
> Вы знаете, что это было всегда моим жгучим желанием — работать бок о бок с Вами в обстановке Вашего заразительного энтузиазма и того вдохновения, которым Вы так щедро одариваете всех окружающих. Я с такою полнотой уже испытал это на себе. Вместе с тем я сейчас не вправе принять Ваше блестящее предложение, за которое благодарен Вам сильнее, чем мог бы выразить это, ибо в нем заключено больше веры в меня, чем я того заслуживаю».

А дальше шла исповедь совершенно в духе Хольгера-Датчанина. И слышался голос иных побуждений для самоотреченного труда, чем только поиски правды природы. И бескорыстие возрастало до готовности к жертвам, но не столько во имя самой науки, сколько ради других ценностей, не обсуждаемых на языке физики...

> «Суть в том, что я чувствую себя нравственно обязанным посвятить свои силы развитию физических исследований в Дании, и этому будет служить моя маленькая лаборатория.
>
> ...Университет делает все, что может, дабы создать необходимые условия для моей научной работы. Разумеется, мое личное годовое жалованье, материальные средства, равно как и все, что требуется для успешного ведения дела, будут у нас гораздо ниже английского стандарта.
>
> Но я сознаю, что это мой долг — трудиться в Дании, делая свое дело наилучшим образом, хотя для меня и очевидно, что здесь я не смогу добиться того же, чего сумел бы достичь, работая вместе с Вами...»

Сэр Эрнст должен был бы сразу понять, что отныне даже ему уже ничем не прельстить Бора. Однако Резерфорд был не из тех, кто легко отступается от своих планов. Вернувшись после рождественских каникул домой, он предпринял еще одну атаку на датчанина. За море снова ушло красноречивое письмо — правда, на сей раз без гипнотизирующей пометки «Лично и конфиденциально!»:

> М а н ч е с т е р
> 11 января 1919
>
> «...Конечно, это было для меня большим разочарованием — услышать, что Вы полагаете своим долгом оставаться работать в Вашей стране, но я надеюсь, что Вы не решите этот вопрос безоговорочно, прежде чем не воспользуетесь случаем побывать в Англии и потолковать обо всем этом со мной...»

Прежняя нетерпеливость теперь смягчилась до необязательной просьбы приехать поговорить, «как только станут возможными нормальные путешествия по морю». Все-таки он рассчитывал на свою необоримую силу — на то, что сам Бор называл «очарованием его порывистости». Рассчитывал — хотя и помнил о манчестерских вечерах в марте 13-го года, когда долинная тишина пересилила горные обвалы... Просто физически ощутимо, как не хотелось ему смириться с мыслью, что копенгагенец бросил якорь в Копенгагене навсегда. (И теперь его не заманишь больше чем на краткий визит.)

А меж тем это — якорь, брошенный навсегда! — уже действительно произошло.

СНОВА НА ПЕРЕПУТЬЕ

Случайно ли совпадение, что именно тогда, на рубеже войны и мира, свою очередную работу, задуманную в четырех частях и превышавшую объемом все предыдущие, Бор решил опубликовать ие в английском журнале, а на страницах «Трудов Датского

Королевского общества»? Первая часть появилась уже в апрельском номере 18-го года. Вторая — в декабрьском.

Впервые после докторской диссертации Бор печатал большое исследование в Дании. И еще одним знаком приверженности к взрастившей его почве выглядело посвящение на той работе:

«Памяти моего высокочтимого учителя — профессора С. Кристиансена».

...Семидесятичетырехлетний Кристиансен умер в ноябре 17-го года, завещав «Великой физике» одно неоценимое открытие — Нильса Бора. По праву первооткрывателя старик гордился успехами своего бывшего студента, даже не очень понимая их сути. Он держался не слишком высокого мнения о возможностях датской науки, но, любя свою Данию, опасливо думал, что его ученик предпочтет работать за границей. И в день погребения старого добряка перед глазами Бора еще стояли прочувствованные строки из недавнего письма Кристиансена, в котором тот поздравлял его с копенгагенской профессурой:

«...Я знаю Вас с Ваших юных лет, и я никогда не встречал никого, кто бы так досконально углублялся в предмет, кто бы так неутомимо доводил начатое до конца и кто вместе с тем был бы исполнен такого всестороннего интереса к жизни вообще...»

Каждая из этих строк была полна значения для Бора.

«С Ваших юных лет...» Невольно явилась мысль, что из былого интеллектуального квартета, собиравшегося по академическим пятницам в кабинете отца, теперь лишь двое продолжали свой жизненный путь — Вильгельм Томсен и Харальд Хеффдинг. Языковед и философ. В печали прощания с ушедшим учителем Бор благодарно вспоминал и о них — еще живых и работающих. Далекие от точных наук, не они ли, однако, в те давние годы заставляли его, подростка, задумываться если не над устройством природы, то над устройством нашего знания? Теперь его вынуждала задумываться над этим сама квантовая физика — трудности постижения микромира.

И уже предугадывалось: «досконально углубление в предмет» столкнет его мысль с философскими недоумениями, какие не мучили физиков прежде.

И уже предчувствовалось: «неутомимое доведение начатого до конца» приведет его к размышлениям о лукавых свойствах нашего языка, до которых прежде физикам не бывало решительно никакого дела...

Да, все это уже предугадывалось и предчувствовалось, хотя мысль его по-прежнему работала привычным для теоретика чередом — без философических претензий. Под размеренный скрип его прочных подошв — в сосредоточенной тишине домашнего кабинета на Герсонсвей и рабочей комнатки на Сольвгаде — Крамерс терпеливо ловил на кончик пера все те же слова: стационарные состояния, спектральные линии, периодические движения... Правда, теперь все чаще склонялись на разные падежи и другие термины, прежде редкие или не возникавшие вовсе: «Фурье-компоненты», «гармонические составляющие», «вероятности перехода»... И все это принадлежало словарю физики — не философии.

Снова и снова он спрашивал себя: откуда бралась доказанная жизнеспособность его странной модели атома? Отчего и как могли уживаться в ней явно несовместимые начала — скачкообразные переходы (между орбитами) и непрерывность движения (по орбитам)? Чем оправдывалось сочетание несочетаемого — законов Кеплера и закона Планка?

А позади таких логических вопросов высился главный, чисто физический, детски простодушный: что вообще заставляет атомы излучать свет?

По классической теории — по электродинамике Максвелла-Лоренца — движение заряженных частиц порождало в пространстве электромагнитные волны. И это можно было назвать причиной излучения. А в его, боровской, модели электроны, летящие по разрешенным орбитам, энергии не теряли — электромагнитные волны от них не отчаливали. (Иначе атом не сохранял бы свою устойчивость.) Классическая электродинамика на орбитах не действовала. Кванты света рождались в процессе неделимых и неуследимых электронных перескоков с орбиты на орбиту.

Казалось бы, тоже механическое движение: был электрон там — оказался здесь. Но беда заключалась в том, что таких скачков не знавала классическая механика: из-за принципиальной неделимости их нельзя было описывать как процесс, как перемещение во времени от точки к точке!

Бору ведь и пришлось постулировать их как неуследимые или — лучше — непрослеживаемые. А когда бы не так и любой скачок дробился на более мелкие скачочки, а те — на еще более мелкие, снова становилось бы необъяснимым рождение целых квантов одного цвета. Движение электрона с орбиты на орбиту предстало бы непрерывным, и раз уж тут происходило излучение, оно тоже предстало бы в виде непрерывного спектра, а не линейчатого. Теория вступила бы в противоречие с опытом. Ее незачем было бы создавать.

Но вынужденное примирение с идеей квантовых скачков тотчас возбуждало естественный вопрос: по какой необходимости они случаются? Почему без всякого внешнего воздействия атом переходит из одного устойчивого состояния в другое? Больше не связанное с ускоренным движением, которое поддавалось бы классическому описанию, чем вызывается излучение атомов?

ПОЯВЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Для Бора были тогда отрадой дважды прозвучавшие в недавних статьях Эйнштейна слова высокой оценки его модели. Хотя шла еще война, обе эйнштейновские работы

сразу стали широко известными среди физиков-теоретиков.

В конце 16-го года Эйнштейн написал:

> «С тех пор как предложенная Бором теория добилась выдающихся успехов, едва ли можно усомниться, что основополагающая идея квантов должна быть сохранена».

В середине 17-го года Эйнштейн отметил:

> «...Ныне можно уже утверждать, что второе правило Бора (постулат квантовых скачков.— Д. Д.) принадлежит к числу незыблемо установленных основ нашей науки...»

Бор в ту пору не знал (и, возможно, не успел узнать вплоть до самой смерти), что еще перед войной, на исходе 13-го года, Эйнштейн однажды выступил вслух защитником его квантовой модели. Об этом только в мае 1964 года, и то лишь в частном письме, рассказал старый швейцарский профессор Танк историку Максу Джеммеру. Дело было на еженедельном физическом коллоквиуме в Цюрихе, где присутствовали фон Лауэ и Эйнштейн. После доклада о только что появившейся теории Бора между ними произошел обмен выразительными репликами:

> Макс фон Лауэ: — Это вздор! Уравнения Максвелла действительны во всех обстоятельствах, и электрон на орбите должен излучать!
>
> Эйнштейн: — Нет, это не вздор, это замечательно! И что-то должно скрываться за этим...

В конце концов не имело значения, что Бор не знал той цюрихской истории: о первом мимолетно восторженном отзыве Эйнштейна он уже слышал в свое время от Хевеши. Слова признания в недавних статьях были оттого отрадны и существенны, что сопутствовали собственным усилиям Эйнштейна обогатить квантовую теорию излучения — открыть загадочное «что-то», лежавшее за его, боровскими, постулатами. Опираясь на квантовую модель атома да еще на статистический закон радиоактивного распада, Эйнштейн провозглашал одну многообещающую идею.

Он взглянул на процессы атомного излучения под тем же углом зрения, под каким Резерфорд в монреальские времена посмотрел на радиоактивные превращения атомов. Испускание квантов света напомнило ему испускание радиоактивных частиц: оно тоже совершалось без всякого внешнего влияния, а сами кванты тоже являли собою частицы. И для описания процессов излучения, по-видимому, тоже годились статистические законы случая. Ничего не зная о механизме квантовых скачков, можно было, однако, предположить, что рождение разных квантов в разных атомах происходит с разной вероятностью.

Эйнштейн сумел ввести эти вероятности в теорию. И получил поразительно простой вывод сложной формулы Планка для теплового излучения. Это он сам назвал свой вывод поразительно простым. Другие называли его потрясающе простым, изумительно простым, фантастически простым. И такая простота служила ручательством правоты. Идея Эйнштейна работала.

Но главных вопросов это не снимало. Скорее, наоборот, обостряло их. И новое сочинение Бора «О квантовой теории линейчатых спектров», задуманное в четырех частях, должно было охватить все понятое и не понятое теоретиками за минувшие годы, когда войне в общем-то не удалось оставить Физику в дураках.

(Не удалось, не удалось! И не только благодаря Резерфорду и Зоммерфельду. Обширен был перечень тех, на чьи работы Бор собирался ссылаться, подвергая детальному обсуждению свой взгляд на вещи. Кроме Эйнштейна и Зоммерфельда, там значились и другие имена — громкие и негромкие: Бургерс, Дебай, Кембл, Уилсон, Шапошников, Шварцшильд, Эпштейн, Эренфест. Их работы военных лет лежали у него на столе, пока он готовил первую часть.)

Четыре части — четыре разговора с природой и самим собой. В те дни, когда кончина Кристиансена пробудила его воспоминания о дискуссионных пятницах в доме отца, он как раз трудился над программным вступлением к этому сочинению. И через полгода, печатая первую часть, почему-то отдельно задатировал Введение — «Копенгаген, ноябрь 1917 года». Точно хотел помочь будущим историкам.

Там были слова, и вправду пульсирующие живой историей. Их стоило задатировать, ибо завтра все могло измениться. Он чувствовал это:

> «...Многие трудности, по природе своей фундаментальные, остаются неразрешенными... Эти трудности сокровенно связаны со свойственным квантовой теории решительным отходом от обычных идей механики и электродинамики и с тем фактом, что до сих пор не удалось заместить эти идеи другими, образующими столь же последовательную и развитую систему... При таком положении теории, пожалуй, представляет интерес попытка обсудить различные ее приложения с единой точки зрения...
>
> В предлагаемой работе будет показано, что, кажется, есть надежда пролить некоторый свет на эти беспримерные трудности, попробовав проследить — так далеко, насколько это окажется возможным, — черты сходства, сближающие квантовую теорию с обычной теорией...»

...Часто, в дни вынашивания масштабных замыслов, исследователей и художников легко и по всякому поводу («как женщин, понесших впервые») охватывает чувство отъединенности от окружающих. Приступы одиночества среди людей. Не тот ли ноябрь вспоминался Бору, когда позднее он писал Зоммерфельду о временах своего одиночества в науке? Тогда возник для этого и вполне ощутимый повод: пока он обдумывал и набрасывал свои программные стро-

ки, Крамерса не было в Копенгагене. Единственный ученик — с полуслова понимающая душа! — как раз в ту пору отлучился ненадолго: сохранились их письма друг к другу, помеченные серединой ноября.

Но снова, как и раньше, это чувство одиночества могло быть у него только кратковременным. Уже в декабре он рассказывал Резерфорду, как существенно для него сотрудничество юного голландца. А весь восемнадцатый год, когда намеченная программа осуществлялась, Крамерс был рядом. И взрослел на глазах, превращаясь в сильного теоретика.

Когда выпадали свободные дни и часы, он писал самостоятельную работу. А такие часы и дни выпадали тем чаще, чем неотвязней становилась вторая любовь Бора — проект будущей «маленькой лаборатории», требовательный, как все новорожденные: его надо было неотступно нянчить. Но и наедине с собой Крамерс продолжал жить в кругу исканий учителя. И он все глубже чувствовал, какое это было верное решение — обосноваться у Бора: все равно что поселиться прямо в штурманской рубке корабля, идущего к новым землям.

И штурман радовался, что два года назад приветил самоуверенного юнгу: тонкости навигации давались ему, как и предсказывал Харальд, без труда. Крамерс блистательно владел аналитическим аппаратом классической механики. Вот как скоро пригодилась его математичность!

Несмотря на все отвлечения, они хорошо работали в тот год. Несчитанные километры прошел Бор мимо стола ассистента, как всегда, вышагивая понимание. Уверенное перо Крамерса поскрипывало в такт поскрипыванию его прочных подошв. Вместе это было негромкой музыкой сосредоточенности. А когда останавливались шаги, и повисало в воздухе перо, и начинались долгие споры, все равно это длилась музыка сосредоточенности, теперь уже не приглушенная, а нараставшая вместе с силою доводов «за» и «против».

Программа Бора выросла из идеи, пустившей корни еще в первой статье его Трилогии 13-го года. Там эта идея называлась «соображениями сходства» — сходства между квантовой теорией и классикой. И сейчас он сохранял это же название. Знаменитый термин «принцип соответствия» пришел ему на ум гораздо позже.

Снова он возвращался к истокам своей атомной модели.

...Прерывистая череда стационарных состояний.

...Лестница разрешенных уровней энергии атома. И закономерное свойство этой лестницы: чем выше она поднимается, тем ниже ее ступени. Они сходят на нет. Лестница превращается в пологий пандус.

...Чем дальше от ядра, тем короче квантовые скачки с уровня на уровень. Все плавней переходы между соседними стационарными состояниями. И квантовая прерывистость все менее отличима от классической непрерывности. И потому на далекой периферии атома словно бы начинает годиться обычная физика.

...Там, в сущности, кончаются атомные владения. И там как бы усмиряется электрон, непонятно скачущий при испускании квантов. Там, как позднее выразился Бор, «движения в двух соседних разрешенных состояниях отличаются друг от друга незначительно». А эти движения — планетный полет электронов по далеким орбитам. И возникает искушение — вновь восстановить утраченную связь между частотой обращения электрона вокруг ядра и частотой покидающих атом электромагнитных волн. Иными словами, возникает предлог вновь поискать причину испускания света в обычном движении. Обычном — это значит поддающемся классическому описанию.

Нет, он не искал избавления от квантовых скачков. И не питал иллюзий, что странные прерывности могут исчезнуть из физики атома. Но жива еще была надежда хоть что-то разведать об этих скачках — о скрытой структуре этих прерывностей.

Бору хотелось попристальней вглядеться в математические возможности классического описания движения. Не могло ли оно все-таки кое-что рассказать о сложном поведении атомных электронов?

ЧЕРЕЗ СТО ЛЕТ...

Еще в первой части своей Трилогии — пять лет назад — он вскользь упомянул об одной теореме вековой давности: о хорошо известной каждому математику и физику теореме Фурье. (Он предпочел слово «теорема», хотя обычно говорят о суммах, рядах или методе Фурье.) И он потому упомянул уже тогда о построении выдающегося французского математика, что оно, как это ни странно, легко наводило на мысль о квантах — порциях излучения одной частоты.

Красивый метод Жана Батиста Фурье (1768—1830) позволял представить любое причудливое движение частицы — было бы оно непрерывным! — в виде суммы или мозаики простейших волн. Такие волны — изображения гармонических колебаний материальной точки. Всем знакомые со школьных лет синусы и косинусы. По отдельности они могут ничем не напоминать истинное движение тела. Но когда их множество и все они разные по частоте и размаху — короткие и длинные, крутые и пологие,— их наложением можно обрисовать любую кривую линию в пространстве-времени. От случая к случаю будут меняться только порции этих элементарных волн — простых колебаний: различные порции — различный итог суммирования. Оттого и движение электрона в атоме можно, как говорят математики, «разложить в ряд Фурье».

Какое облегчающее сравнение мог бы придумать Бор, если бы его давние друзья по Эклиптике, гуманитарии, вдруг полюбопытствовали: в чем тут фокус? (А тут математический фокус, не более того. Однако полный смысла, как все конструкции математики. В конце концов в них отра-

жается если не структура нашего мира, то структура возможностей нашего точного знания.)

Он мог бы взять для наглядности просто какое-нибудь большое число. Скажем, населенность Копенгагена времен его детства —312906 жителей в 1895 году. (Какой маленькой была тогда столица!) Раз уж записано это число в десятичной системе, ничего не стоит разложить его по степеням десяти:

$$10^0,\ 10^1,\ 10^2,\ 10^3,\ 10^4,\ 10^5...$$

Это как бы «простейшие волны» такого разложения. И самый вид числа 312906 тотчас показывает, из скольких порций этаких волн оно составляется: надо взять 3.100000, 1.10000, 2.1000, 9.100, 0.10, 6.1. А затем сложить эти порции по возрастанию степеней десяти: 312.906 равно

$$6.10^0 + 0.10^1 + 9.10^2 + 2.10^3 + 1.10^4 + 3.10^5$$

Любое число можно представить такой красивой суммой. А можно разложить его и на другие составляющие — по другому закону. Была бы нужда и охота...

Конструкция ряда Фурье, конечно, сложней: суммируются не числа, а колебания. Но если сделать моментальный снимок с движения частицы, различие почти исчезнет. Ведь в каждый данный момент все посильные вклады составляющих волн в перемещении движущейся точки — тоже всего лишь числа. Из суммы этих чисел и слагается координата частицы в мгновение съемки. Так что в общем-то принцип тот же, что и при разложении большого числа. Ничего загадочного.

И любое движение тоже можно изобразить множеством разных способов. Фурье прельстили волны. И в его методе было нечто музыкальное: выбрав на роль составляющих в своей мозаике гармонические колебания, он как бы увидел-услышал в сложном движении слитный аккорд из набора простейших звуков разных тонов и разной силы. И это его математическое открытие оказало через сто лет важную услугу Бору, пытавшемуся вникнуть в происхождение спектральной музыки атомного излучения (так выразился однажды Арнольд Зоммерфельд)...

Первый шаг был очевиден.

В движении атомных электронов можно было увидеть гармоническую мозаику. Такое изображение годилось, во всяком случае, там, где они двигались непрерывно,— на орбитах. И, разумеется, искусительно было подумать: атом излучает электромагнитные волны именно таких частот и такими порциями, какие соответствуют разложению в ряд Фурье. Тогда классическое описание движения автоматически давало бы весь набор испускаемых квантов.

Это было бы слишком хорошо — слишком логично!

Такая мысль не могла бы прожить и минуты: ведь как раз на орбитах-то никакого излучения и не происходило. А происходило оно, когда наступали квантовые скачки. Но тут кончалась классическая непрерывность движения. И тут терял свою силу метод Фурье: никаким суммированием воображаемых волн нельзя было бы заделать дыру в непрерывности — заполнить разрыв, где перемещение электрона не поддавалось обычному описанию во времени и пространстве.

Однако у Бора был в запасе шаг второй.

Он сразу обратился мыслью к далекой периферии атома. Там, где квантовые скачки постепенно сходили на нет, можно было закрыть глаза на неприметные разрывы в непрерывности. И в спектральной музыке, исходившей из этой «граничной области», как называл ее Бор, уже почти ничто не мешало услышать классический аккорд Фурье. Разложив его на составляющие звуки, можно было убедиться, что главное получается в общем правильно: атом действительно испускал спектральные линии такой частоты и такой яркости, каких и следовало ожидать. И могло показаться, что уж для этой-то граничной области в самом деле вновь удалось связать излучение электромагнитных волн с вращением электронов.

Но снова — это было бы слишком хорошо!

Полного благополучия не получалось и здесь. Ведь аккорд потому и аккорд, что составляющие его звуки издаются одновременно — не чередой, а сразу. И, стало быть, все цвета в атомном спектре должны были бы обязательно испускаться одновременно. Классическая теория это и утверждала. А квантовая модель Бора это категорически запрещала.

Атом мог испускать единовременно лишь один какой-нибудь квант — никак не больше! В противном случае пришлось бы приписать электрону мистическую способность участвовать сразу во всех вариантах квантовых скачков. А сам атом оказался бы способен пребывать в один и тот же момент времени во всех разрешенных природой стационарных состояниях. Словом, и аккордное излучение спектральных линий заведомо было бессмыслицей. И потому даже для почти классической граничной области атома разложение на электронные волны оставалось чисто математическим фокусом. И казалось, даже тут соблазнительная процедура Фурье не сможет обзавестись физическим смыслом.

Однако был у Бора в запасе третий шаг.

Все-таки таилось же что-то реальное за счастливым совпадением опыта и расчетов! И, если с периферии атома уходило излучение таких частот и такой яркости, как предсказывала классика, это требовало расследования.

...Конечно, добрым знаком было уже то, что снова подтверждалось единство природы: наводился мостик между микромиром квантовой физики и макромиром физики классической. И это выглядело тем привлекательней, что мостик наводила неумолимая математика.

Но не за такой добычей пустился тогда в дорогу Бор. Философского удовлетворения физику-теоретику всегда мало (если он еще недостаточно состарился). Хочется

удовлетворения предметно-конструктивного: понять бы, «какие винтики использует при этом господь бог». (Шутливо-мечтательная фраза Эйнштейна из письма к Зоммерфельду тут как нельзя более кстати.)

Что же могло скрываться за близким совпадением надежных спектроскопических данных с незаконными вычислениями по методу Фурье? Логика ответа не приготовила. И потому выдался случай еще раз

> «испытать громадное наслаждение от того, что нашлось нечто, не поддававшееся объяснению обычным путем».

А каков мог быть необычный путь?

Физик не вправе ссориться с двумя стихиями — с природой и математикой. Нельзя было ни отвергнуть данных эксперимента, ни усомниться в вычислениях. Оставалось, минуя строгую логику, приписать разложению Фурье физический смысл, который изначально там не содержался. Это и был третий шаг. Из тех, на какие решаются,— правда, с противоположными результатами — либо профаны, либо провидцы.

Шаг не по дороге, а в сторону...

ПРИНЦИП СООТВЕТСТВИЯ

Итак, математическая теория настаивала на физически невозможном: все цвета атом испускает одновременно. Но довольно было поставить слово «атом» во множественном числе — допустить грамматическую ошибку! — и это утверждение становилось правдой.

То, на что не способен один атом, под силу их множеству. В каждом осуществляется один из вариантов квантового скачка. Во всех вместе — множество вариантов. И чем больше атомов излучают одновременно, тем вероятней, что они исчерпают все допустимые перескоки по энергетической лестнице: спектр действительно продемонстрирует сразу все цвета.

Так и возникают реальные спектры.

В лаборатории или во вселенной — в пламени горелки или в недрах звезд — свет испускают в одно и то же время мириады атомов: мириады возбужденных микросистем «ядро + электроны». И там на самом деле происходят в один присест все разрешенные природой переходы между устойчивыми состояниями. А спектроскоп работает, как статистическое бюро: сортирует прилетающие кванты по частотам электромагнитных волн и собирает одинаковые вместе, выстраивая каталог разноцветных линий. И выясняется: они различны по яркости. Значит, одних квантов прибывает больше, других меньше. Отчего же? Очевидно, оттого, что разные варианты квантовых скачков не равноправны — случаются с разной вероятностью. Новый ход размышлений сам собой приводил к недавней идее Эйнштейна.

...Так, в спектре натрия ярче всего горит желтая линия, сигнализируя, что в подавляющем большинстве натриевых атомов происходит скачок с испусканием «желтого кванта» — почему-то этой возможности природа оказывает предпочтение...

Реальный спектр — действительно аккорд. Но статистический! Музыка не атома-одиночки, а неисчислимого атомного оркестра.

С этой-то точки зрения Бор и взглянул на сумму Фурье. В старой формуле он как бы увидел математический образ современного спектроскопа. И формула и прибор делали, в сущности, одно и то же: раскладывали сложное излучение на составные части. И эта параллель обещала быть плодотворной.

Так, прозрачным физическим смыслом наполнилась величина порций простейших волн в разложении Фурье. Теперь эта величина стала указывать на относительное число прибывающих квантов разных частот. Она сделалась мерой яркости спектральных линий — мерой их интенсивности.

И потому — мерой вероятности разных квантовых скачков в излучающих атомах!

Правдоподобно истолкованная формула — большая сила. Она позволяет приняться за предсказание еще не наблюденного. Бор приступил к этому незамедлительно — уже во втором параграфе первой части своего исследования. Как это обычно делают теоретики, он сразу подумал об одном крайнем случае: есть такие излучающие системы,— не только атомы,— что в их мозаике Фурье порции некоторых элементарных волн равны нулю. Иначе говоря, отсутствуют.

...Вот ведь сразу видно, что в разложении числа копенгагенцев —312 906— по возрастающим степеням десятки, отсутствует порция 10... Сотен — 9, единиц — 6, а десятков — 0. Они не вносят никакого вклада в это число...

И в суммах Фурье слагающие волны выстраиваются закономерно. На свой лад, конечно: по возрастающим частотам гармонических колебаний. Точно атом — сумасшедшая часовая мастерская, где качаются, ритмически обгоняя друг друга, неисчислимые маятники. Совокупность таких воображаемых маятников — разная для разных случаев движения излучающего электрона. Но, когда в сумме Фурье иные из гармоник отсутствуют — их порции равны нулю,— это верный знак того, что они не вносят в излучение атома никакого вклада. Маятников с такими частотами в мастерской нет. Или они остановлены.

А если верна идея, что ряд Фурье — это математический образ спектроскопа, работающего как статистическое бюро? Тогда нули в этом ряде означают, что иные из ожидавшихся линий просто не появятся в спектре. Квантов таких частот в излучении не будет. И можно заключить, что вероятность нужных для этого квантовых скачков равна нулю.

Природа почему-то их запретила.

Такие запреты давно были замечены спектроскопистами. Они сумели эмпирически вывести немало «правил отбора» спектральных линий. Теперь же теоретически объяснилось, в чем тут дело. Правда, пока лишь формально, но все же объяснилось. Эти

неявки ожидавшихся линий в спектр — эти «нули интенсивности» излучения — оказалось возможным точно предвидеть. А понадобился для этого всего только новый взгляд на старые вещи.

Так намеченная программа — программа поисков сходства между добропорядочной классикой и квантовыми странностями — прошла тогда первое испытание.

Начало работы выдалось счастливым. Исследование заладилось. И сулило стать достаточно солидным, чтобы уместно было посвятить его памяти покойного Кристиансена. И оно, это посвящение старому учителю, звучало тем уместней, что очень кстати подчеркивало важность старых вещей для новой Великой физики века.

Хороший старт обещал победительный финиш. И тогда же, еще на рубеже 18-го года (точнее не скажешь, потому что число на письме не проставлено), Бор написал Резерфорду:

> «...Будущее теории представляется мне сейчас в самом оптимистическом свете».

И добавил, любя доказательные подробности, что у него на руках уже первые гранки начальных страниц его исследования. Чувствуется: завтрашний день атомной теории он связывал именно с тогдашними своими исканиями. И ощущал себя в Копенгагене, как в эпицентре нараставших квантовых потрясений эпохи.

Однако все выглядело так, точно не потрясений он хотел, а мира. (Совершенно в духе времени, уставшего от войны.)

Поселившись в граничной области атома, где квантовая прерывистость переходит в спокойную классическую непрерывность, его мысль весь восемнадцатый год прожила в этой обители исчезающе малых квантовых скачков. И там пыталась, не ссорясь с классикой, научиться правдоподобному описанию внутриатомных событий, классике чуждых. А потому и языку ее не подвластных. Но откуда было одолжиться другим языком?

> ...Миссионер высаживается на архипелаге и обнаруживает: туземцы говорят на никому не известном наречии. Одно утешает: чем ближе острова архипелага к берегам континента, тем ощутимей в туземной речи словарная общность с языком Большой земли. Заметив это, миссионер там и поселяется — на прибрежных островках: им руководит надежда вынести со временем из этой граничной области умение изъясняться на всем пространстве архипелага. И ему даже верится, что там-то он и овладеет непонятной грамматикой островитян и сумеет расшифровать их странные письмена...

Да, с такими далеко идущими надеждами искал и Бор черты соответствия между классическим движением и квантовыми прерывностями. Затем он и поселился в области, где смыкаются микро- и макромиры.

ВТОРОЙ АССИСТЕНТ

Эти манипуляции с рядами Фурье и это скрупулезное внимание к деталям атомных спектров...— подробности, подробности... Но нет, ни ближним, ни дальним не стоило тревожиться, что он погрузился с головой в мелочное знание, где не раз бывали погребены крылатые замыслы.

Верно, конечно: наука подробна, как жизнь. И вся в непролазных топях — как жизнь. И ничего не поделаешь: чтобы подняться на горную гряду, откуда далеко видно и природа обозрима как целое, надо на своей одинокой заре терпеливо идти сквозь темные заросли формул, кривых и таблиц, не говоря уже о противоречиях, ошибках и вздоре. Наука давно не делается иначе. Остались позади блаженные и простодушные времена натурфилософии, когда мнение о мире притворялось пониманием мира. И гармония целого приписывалась природе, а не извлекалась из головоломной картины ее бытия. И мудрость не призывала в свидетели точность. Однако он никогда не исчезал бесследно, этот дух натурфилософии. Он продолжал гнездиться в генетическом фонде человечества. И вспыхивал то тут, то там в деятельности больших исследователей. И с прежней наивностью внушал им благую заботу о целостном знании. И, может быть, его-то незримое присутствие делало великих великими.

Неизвестными путями забравшись в Данию, этот ген стал собственностью мальчика Нильса. И потому не грозила Бору опасность превратиться в жертву засасывающей трясины научной мелочности.

И начинающему Крамерсу это не грозило. Правда, по иной причине: сквозь заросли подробностей вел его Бор. Оттого, между прочим, заря молодого голландца ни на час не была одинокой. Он уже в свой черед вел тогда за руку другого юнца — сверстника из Стокгольма — Оскара Клейна. Как в апостольские времена, Крамерс становился учителем, сам еще пребывая в роли ученика. Так и бывает только в апостольские времена — в молодости великих вероучений и на старте научных революций.

Появление юноши из Швеции вслед за юношей из Голландии означало, что школа Бора, как все живое, едва возникнув, принялась расти. И хотя он избегал громких слов «мои ученики», историческое дело уже делалось. И даже сразу проступили две определяющих черты его школы: молодость и интернациональность!

...Оскар Клейн познакомился с Крамерсом на полгода раньше, чем с Бором. Но Крамерс был так влюбленно переполнен Бором, что соприкосновение с ним уже наполовину равнялось знакомству с самим копенгагенским профессором. И с атмосферой копенгагенских исканий. Это и решило судьбу двадцатитрехлетнего стокгольмского лиценциата.

Он увидел и услышал уверенно-красноречивого голландца в поворотные дни сво-

ей едва начавшейся жизни в науке: ему предстояло решить, по какому маршруту отправляться за чужеземной ученостью. А что отправляться надо, уверен был даже его шеф — классик физической химии Сванте Аррениус: центры новых идей лежали за пределами Швеции. В это-то время Гендрик Антони Крамерс объявился в Стокгольме как вестник последних квантовых новостей.

Впрочем, строго говоря, не самых последних... Дело было в то предзимье 17-го года, когда Бор в одиночестве писал программное вступление к обещанным четырем статьям и уже зажил своею мыслью в граничной области атома. Рассказывать шведам об этом действительно последнем слове квантовой теории Крамерс не мог. Просто по неведению. Но и прочих новостей было предостаточно, чтобы после лекции Клейн, как он вспоминал, увязался на улице за копенгагенцем.

Тонколицый юноша с доверчивыми глазами, сын не очень ортодоксального стокгольмского раввина, слушавшего в молодости Бунзена, Гельмгольца и Кирхгофа, а в зрелости почитавшего сочинения Дарвина, Оскар Клейн был из тех мальчиков (не мальчишек), что выпрашивают мамин театральный бинокль и улетают вечерами в звездное небо, а потом — даже по прошествии многих десятилетий — с прежним волнением вспоминают и первые свои исследовательские огорчения и первое торжество.

> «Мне не разрешали ночью надолго выходить из дома...— жаловался он, шестидесятивосьмилетний, историкам Куну и Хэйлброну,—...и потому прошло немало времени, прежде чем я сумел увидеть Сириус. Помню, это явилось для меня великим событием. Мы возвращались откуда-то из гостей, и в ту ночь я увидел на небе Сириус!»

Ему было шестнадцать, когда он с отроческим негодованием отложил в сторону книгу прежде любимого Вильгельма Оствальда: увидел, что выдающийся химик и плохой философ выводил невыводимое — математическую «формулу счастья».

После университета он — по воле Аррениуса — попробовал себя на экспериментаторском поприще. Ничего хорошего не получилось: стеклянная аппаратура в Нобелевском институте оказалась слишком хрупкой для его неловких рук. Но свое призвание он открыл все-таки благодаря шефу, правда, довольно необычным образом: на институтском обеде в честь одного ученого норвежца Сванте Аррениус почему-то представил его гостю как юного «математического физика»! («А я и не знал, что являюсь таковым...»)

А он являлся таковым... Но сразу видно: в нем не было крамерсовской сознающей себя силы. Однако что с того? Другими чертами своего склада он совершенно годился на роль ассистента Бора. И был просто создан для его школы.

...Этой мировой школе предстояло в будущем соединять на время или навсегда молодых людей, решительно несхожих по одаренности, характеру и судьбам. Но одно в них бывало общим: это детское стремление увидеть Сириус, хотя бы в старенький домашний бинокль. И эта способность, увидев Сириус, переживать совершившееся как великое событие жизни. И вместе — эта врожденная неприязнь к пустословию научного романтизма с его псевдопоисками «формул счастья». Все они бывали настоящими исследователями, эти молодые люди из разных стран. Истинные гении или скромные трудяги, шумные и молчаливые, самонадеянные и робкие, бесцеремонные и деликатные, веселые и мечтательные, тщеславные и самоотреченные, недотроги и гуляки, остроумцы и педанты, моцарты или сальери — все они были настоящими людьми науки. И главное — людьми настоящей науки. Той, что требует от своих избранников высшей трезвости мысли, а вместе — кружит им головы и соблазняет на безрассудства...

Был обмен письмами между шведским лиценциатом и датским профессором. А потом — весной 18-го года—их первое знакомство в тесноте рабочей комнатки на верхнем этаже Политехнического института. Еще шла война. «Маленькая лаборатория» еще пребывала только в воображении Бора. И он не мог сказать своему новому ученику-сотруднику: «Вот это будет ваш стол, приступайте к делу!» Лишнего стола не было. Единственный занимал Крамерс. Да и что мог бы там делать третий теоретик, если двое других работали вслух?!

Они работали тогда над второй из задуманных Бором статей. Исходная — фундаментально важная — появилась в «Трудах» Датской академии совсем недавно. Новичок из Швеции едва успел ознакомиться с нею. Участвовать в дискуссиях Крамерса и Бора на равных он был еще не способен. И начальная пора его копенгагенской жизни запомнилась Оскару Клейну как пора платоновского ученичества, когда взрослый человек переносится в дошкольные годы и учится сложностям мира с голоса старших — без парт и тетрадей.

Были долгие монологи Бора на копенгагенских улицах, ведущих на север — в Хеллеруп, к дому на Герсонсвей. Провожая Бора из института или из театра, а потом засиживаясь допоздна в его домашнем кабинете, Клейн учился по́ходя не тому, что Зоммерфельд называл «техникой квантов», а квантовому мышлению. И часто сам не знал, учит ли его Бор новому подходу к вещам, или ищет у него понимания, сочувствия тревогам своей мысли. Это работала непреднамеренная педагогика доверия. Она превращала учеников в сообщников. И привязывала юношей к Бору навсегда. Клейн стал вторым, кого она привязала.

Были почти ежедневно разговоры с Крамерсом за столиком студенческого кафете-

рия, где на обед хватало полкроны, а бумажные салфетки служили грифельной доской. На этих салфетках Крамерс учил своего сверстника уже не философии, а технике квантов и блистательно демонстрировал новые идеи в действии.

> «Он учил меня тому, чему сам научился у Бора, давая мне каждый раз ровно столько, сколько я мог переварить...»

А переваривать надо было вместе с ясной математикой темную физику боровского Принципа соответствия — соответствия между классическим движением и излучением квантов. Переваривать надо было логически не очень съедобные квантовые плоды, что выращивали копенгагенцы на полуклассической почве атомной периферии, где скачки электронов делались неприметно малыми.

Крамерс показывал, как он возделывал эту почву в своей докторской диссертации. И в зимних сумерках — под электрическим небом студенческой столовой — прорисовывалась на бумажных салфетках мозаика гармонических волн Фурье для тонкой структуры водородного спектра. В один из дней той первой послевоенной зимы худенькая фигура стокгольмского лиценциата изогнулась над столиком вопросительно и доверчивые глаза уставились на очередную исчерченную салфетку недоверчиво: Крамерс, решившись в этот день истратить на обед целую крону, громко растолковывал, что интенсивности излучения получаются верно даже для первых четырех линий спектральной серии Бальмера.

Для первых четырех? Для красной, зеленой, синей и фиолетовой?.. Было от чего изогнуться вопросительным знаком!

Ведь эти линии испускались вовсе не из граничной области атомов. Напротив: из их глубин — оттуда, где скачки с орбиты на орбиту происходили невдалеке от ядра и воплощенная в них антиклассическая прерывистость не только не сходила на нет, но просто зияла. Получалось, что идея Бора работала там, где логически не имела никаких шансов и прав на успех. Вслед за Бором, не строя абсолютно никаких предположений о механизме квантовых скачков, Крамерс сумел оценить их вероятность с помощью классического описания движения. Иначе говоря, вопреки здравому физическому смыслу!

Что мог подумать новичок? Видимо, эти копенгагенцы каким-то образом знали про странности в устройстве материи больше, чем можно было понять.

Позднее, в 23-м году, ко многим крылатым выражениям Зоммерфельда прибавились слова о «волшебной палочке Принципа соответствия Бора». В зимний денек 19-го года молодой Оскар Клейн увидел в копенгагенском кафетерии один из первых взмахов этой палочки.

Не без робости он представил себе, что и ему, не такому сильному, как голландец, тоже придется со временем ассистировать Бору. А случиться этому предстояло совсем скоро.

ПРИМИРЕНИЯ НЕ БУДЕТ

Была первая послевоенная весна и опустевшая рабочая комнатка на Сольвгаде. Бор и Крамерс уехали в Голландию. Старший сопровождал младшего на защиту диссертации. И не испытывал ни малейших опасений за исход дела: редко кто стоял на земле так прочно, как двадцатипятилетний Крамерс (ноги расставлены широко и ладно). Оппоненты получили на руки оттиски из мартовского выпуска «Трудов» Датской академии: диссертация успела уже стать апробированной статьей. Словом, за своего ученика Бор действительно мог быть спокоен. Вот когда бы и его собственные идеи стояли на земле столь же прочно!

Так сошлось, что крамерсовская защита совпала с апрельским съездом голландских естествоиспытателей и врачей. Бора пригласили выступить с обзорным сообщением. Его программа и его оптимизм тоже проходили защиту: довольно того, что в зале сидел незыблемо классический Лоренц.

Но ничего не произошло. Его выслушали с молчаливым вниманием. Вероятно, нелегко усваивалось сказанное им. Однажды он заметил в оправдание головоломного стиля знаменитого Джошуа В. Гиббса:

> «Когда человек в совершенстве овладевает предметом, он начинает писать так, что едва ли кто-нибудь другой сможет его понять».

Это было прямо противоположно общепринятому убеждению, но точно отражало его выстраданный опыт.

Может быть, Лоренц воспринял Принцип соответствия и в самом деле как объявление перемирия между квантовой теорией и классической механикой? И, естественно, испытал удовольствие от такого поворота событий. Новое оружие датчанина показалось безопасным, скорее белым флагом, чем оружием: квантовая теория атома сдавалась на милость классических методов. Нельзя было бы понять происходящее более опрометчиво. Но, кажется, так оно и случилось. И потому никто на Бора в Лейдене не напал. (Не то что в Бирмингаме или Геттингене шесть лет назад!)

А сам Бор уже глубоко сознавал, что мира с классикой даже Принцип соответствия не принесет. Конечно, еще многое разъяснится как бы на классический лад. Однако не более чем «как бы». Квантовые скачки не перестанут быть внутриатомной реальностью. И старинный девиз классической механики — «Природа никогда не делает скачков» — все равно придется забыть. Уже ясно: ресурсы классического описания движений в атоме ограниченны. Принцип соответствия закидывает ведра в этот колодец. Рано или поздно начнет просвечивать дно. А когда оно совсем обнажится, что будет тогда? Чтобы добраться до глубинных истоков атомной механики, придется это дно пробивать. Нового потрясения самих основ физического миропонимания избежать не удастся.

И когда придет буря, все припомнят: а ведь она зрела исподволь и Принцип соответствия, как барометр, постоянно ее предвещал. Все припомнят: была на шкале этого барометра грозная отметка, и в каждом исследовании стрелка обязательно до нее доходила — там стояло слово «ВЕРОЯТНОСТЬ». Все припомнят, что ничего грозного за этим словом сначала не почувствовали. Ну, разумеется, надо же было выяснять вероятности разных квантовых скачков: к ним, к этим переходам из одного устойчивого состояния в другое, сводилась деятельная жизнь атома. Скрытая и непонятная. Однако слово-то было хорошо знакомо по старой статистической физике. И не страшно. Равно как и другое слово, за ним стоявшее: «СЛУЧАЙ». Что тут могло быть нового для физика?!

Но Бор уже знал, что тут не все так просто, как видится. Отлично знал, хотя тоже еще не представлял себе до конца, к чему все клонится. В первой же статье о Принципе соответствия он уже затуманил ясное понятие ВЕРОЯТНОСТИ неясным прилагательным — СПОНТАННАЯ.

Спонтанная вероятность... Так, стало быть, внутренне присущая квантовым скачкам? Заложенная в самой их природе? Данная им от века? Каждому — своя и ни от чего не зависящая? Ничем не мотивированная? Выражающая чистую случайность, без всяких причинных подоплек?

С такой случайностью и такой вероятностью физических событий естествознание никогда еще не имело дела.

Эйнштейн такого определения не вводил. Ни в одной из своих двух статей 1916—1917 годов, так обрадовавших Бора, где впервые речь зашла о вероятностях квантовых переходов, Эйнштейн о спонтанности не заговорил. И не мог заговорить! Для этого ему нужно было бы изменить своей философии мироздания.

В сущности, вот когда возникла длившаяся десятилетия его драматическая дискуссия с Бором. Да, она возникла еще в ту пору, почти за десять лет до появления квантовой механики. Эйнштейн прямо посетовал в конце своей второй статьи, что вместе с вероятностями в теорию внутриатомных событий проникает случай и этому случаю предоставляются слишком большие права в делах природы. Он сразу объявил это недостатком своей собственной теории. И понадеялся на избавление от него. Уже тогда он готов был произнести свою грустно-философическую шутку: «Я не верю, что господь бог играет в кости!» И не произнес ее только потому, что тогда квантовая физика этого еще не утверждала. Шутка пришла ему на ум в 40-х годах и была антиборовской.

Но как непредсказуема драма идей: то, что ему мнилось слабостью его теории, породило силу, против которой он уже ничего не смог поделать!..

А термин «спонтанное излучение» (и, следовательно, «спонтанная вероятность») приписали Эйнштейну переводчики его статей: облегчая себе задачу, а читателям чтение, они ввели в старые тексты более позднее, только со временем устоявшееся выражение. Принадлежало оно Бору.

...Размышлять об этих вещах было трудно. Тут где-то кончалась физика. И начиналась непроглядная тьма. И единственное, что светилось в этой тьме неведения, были спектральные линии. Только они своей яркостью — своими относительными интенсивностями — вели неподкупный рассказ об этой спонтанной вероятности квантовых переходов в атомах. И Бору больше всего хотелось слушать этот рассказ, молча, терпеливо обдумывая услышанное. (Как он умел.)

Был в весеннем Лейдене час, когда участникам съезда голландских естественников показывали одну из местных физических лабораторий. Современную, достойную лицезрения. Среди прочего гостям демонстрировали микрофотометр Молля — высокочувствительный прибор для измерения интенсивности спектральных линий. Бор смотрел во все глаза. И острота его молчаливого интереса к этому прибору удивила хозяев: обычно несвойственная теоретикам, она показалась непонятной. Да и разве не теснились вокруг другие лабораторные достопримечательности?

Экскурсия продолжалась. И внезапно кто-то хватился: исчез Бор, а он был из высоких гостей. Пустились на поиски. Его обнаружили в безлюдной комнате по соседству. Он шагал от стены к стене (в клетке одиночества своих мыслей). «Я не знаю, о чем размышлял он...» — признался в беседе с историками утрехтский физик Бюргер, ставший тогда свидетелем этой сцены.

Потом визитеры задавали вопросы. И снова всех удивил Бор. Он негромко спросил: «Сколько стоит этот прибор?» (И надежда на сходную цену была в его голосе.) И более ни о чем не осведомился. А от него ожидали иного любопытства. Поэтому случившееся запомнилось. И никто не подумал, что вопрос задавал все-таки не просто директор строящейся лаборатории, стесненный в средствах и озабоченный ее оснащением. Вопрос задавал теоретик-мыслитель, стесненный философскими трудностями и озабоченный загадочностью миропорядка.

Но один лейденец это понял бы наверняка, присутствуй он тогда на экскурсии: Пауль Эренфест.

НАЧАЛО НОВОЙ ДРУЖБЫ

Они познакомились на защите Крамерса, их общего ученика. И с первого рукопожатия, когда Бор, улыбаясь, представился: «Бор...», а Эренфест, улыбаясь, представился: «Эренфест...», и оба, высокий и

маленький (копенгагенец — с медлительной пристальностью, лейденец — с цепкой живостью), всмотрелись друг в друга, сопоставляя впечатление с ожиданием, и оба одновременно подумали, что, в сущности, они издавна знакомы,— с того первого рукопожатия волна взаимного доверия связала их на всю остальную жизнь.

Вечером или на следующий день Бор уже был домашним гостем Эренфеста. Чуть стеснительно, точно не сознавая своего возрастного превосходства, ребячески общался с его детьми, скучая по собственным малышам — Кристиану и Хансу. Слушал музыкальный дуэт Эренфеста с Крамерсом — рояль и виолончель — и вспоминал, как нравилось Маргарет, когда после дневных трудов Крамерс принимался играть у них в Хеллерупе. И в несчетный раз убеждался, что музыка, наверное, по причине своей бессловесности — прекраснейшее отдохновение для ума, переполненного словами. Наблюдал, не удивляясь, что никого в этом доме — ни веселого хозяина, ни его разговорчивой жены, ни ребят — не коснулась послевоенная удрученность скудостью жизни.

А у Эренфестов эта скудость была вся на виду. В просторном доме недоставало подобающей обстановки. Единственные часы висели в столовой на голой стене, и это были карманные часы профессора. Глаз постороннего сразу ощущал: что-то тут не так и неспроста. Стены без обоев. Окна без гардин. Профессорская квартира? А может быть, временное пристанище людей в пути? Меж тем прекрасный особняк был приобретен за немалые деньги. И надолго: положение Эренфеста, приглашенного на роль преемника Лоренца, обещало быть прочным. Тут чувствовался какой-то просчет. Джеймс Франк, не раз гостивший у Эренфестов и озадаченный виденным, рассказывал, что этот зримо осязаемый просчет не был арифметическим. В судьбу австрийского теоретика и его русской жены, осевших перед войной на голландской земле, вмешалась история: революция в России. Слывшая хорошим математиком, Татьяна Эренфест — киевлянка из преуспевающей семьи—разом лишилась прежде не иссякавшего источника средств. И дом без обстановки только продолжал напоминать об утраченных иллюзиях.

> «...На доходы профессора, которые были в Голландии не слишком высоки, Эренфест не мог бы ни купить такого дома, ни содержать его на должном уровне...»

Но оттого, что удар нанесла История с большой буквы, никто в этом доме не горевал об утраченном. Скорее, напротив, хозяева даже излучали непритворное удовлетворение оттого, что неправедные иллюзии рухнули. Джеймс Франк уверял:

> «...Татьяна Эренфест была в это время настроена крайне прокоммунистически... Не думаю, чтобы и Пауль заходил так далеко. Однако иные из тамошних консерваторов могли бы называть его розовым, если не красным. И это было бы, безусловно, верно, потому что в нем жило сильное чувство социальной справедливости...»

Так, побеленные белой известью стены и зияющие оконные проемы свидетельствовали в этом доме не только о скудости жизни, но и выражали независимость от стандартов благополучия и добропорядочности.

> «...Дети Эренфестов, одаренные ребята, рисовали на белых стенах картины и с гордостью показывали их... А в комнате для гостей целая стена была покрыта именами тех, кто там бывал. (Впрочем, эта традиция возникла позже: в середине 20-х годов.— Д. Д.) И я совершенно понимаю Эйнштейна, который писал, что чувствовал себя там счастливым. В нем тоже жила эта независимость, и ему неважно было, есть ли в доме нормальные хорошие кресла или нет... Он мог быть там самим собой, а этого-то он и хотел...»

И Бор хотел этого — быть самим собой. И уже знал, что будет сюда еще не раз возвращаться. И жалел, что Маргарет не смогла из-за детей поехать в Голландию вместе с ним: ей тоже пришлись бы по душе эти новые друзья и этот необычный дом, полный счастливой естественности.

(Кто посмел бы напророчить тогда, что через четырнадцать лет все и навсегда омрачится здесь непоправимой бедой — внезапным, но долго и неотвратимо созревавшим самоубийством Пауля Эренфеста, общительнейшего из людей!)

О чем они разговаривали тогда, оставаясь вдвоем? Если без подробностей,— о том, что порознь томило обоих. Как-то Бор сказал про классику: «Восхитительно гармоничный круг представлений». А когда можно будет и о квантовой физике произнести по праву нечто подобное? Вот об этом и говорили.

И снова Лейден 19-го года, как и Копенгаген той поры, не дал Бору поводов для сетований на одиночество в науке. Все видится так: если там и закрылась однажды эта клетка, то разве что на считанные часы.

...Из Лейдена он уехал один — без Крамерса.

Послевоенное поветрие — пожить бы в родных местах! — охватило всех: и недавних солдат и штатских. Новый доктор философии Лейденского университета решил после защиты отдохнуть дома. Он сполна это заслужил. Условились продолжить летом прерванную работу над циклом из четырех статей.

Шел уже июнь, и Бор с малышами и Маргарет переехал в арендованный на лето сельский домик среди тисвильских лесов и дюн на северо-западе Зеландии, когда пришло огорчительное письмо из Лейдена: молодой и сильный Крамерс тяжело заболел. Кажется, тиф!.. Скоро стало очевидно, что он выведен из строя надолго.

Это мир еще расплачивался за войну, вновь и вновь узнавая, как она мстительна. Ее живучие спутники — эпидемии, инфляции, кризисы — катились по Европе, не раз-

бирая государственных границ и не отличая правых от виноватых.

Вот так рабочее место Крамерса за письменным столом Бора неожиданно скоро пришлось занять Оскару Клейну.

> «...Я отправился в Тисвиль и оставался там в течение всего лета 19-го года. Бор диктовал мне каждый день.. Он снял еще одну комнату на ферме неподалеку от семьи. Это был маленький красный домик. Очень славный... Когда кот расхаживал по крыше, раздавался шум, похожий на раскаты грома. Но в остальном это было прекрасное место для работы...»

И они работали. Ничего другого и не происходило. Тихие шаги. Диктовка по-английски. Споры по-датски. И снова диктовка по-английски.

И раскаты грома над головой.

Лето. Дюны — зеленое с желтизной. Вереск и сосны. Тридцатилетняя женщина с двумя мальчиками на лесной поляне. Красный дом в отдалении. И кот на крыше... Жизнь в стороне от истории. А может быть, все-таки в ней самой?

«2, 8, 8, 18, 18, 32...»

Через сорок три года в беседе с историками Оскар Клейн уже не мог припомнить с ручательством за точность, какую из своих тогдашних статей выхаживал в красном домике Бор. Память подсказывала разные варианты.

Но, пожалуй, всего вероятней, что был в работе обширный доклад, который он согласился прочитать в Берлине весною будущего 1920 года. (Немецкое физическое общество почтительнейше выразило желание послушать Бора в своих стенах).

Доклад сводился к изложению уже достигнутых успехов Принципа соответствия. И потому существенней, пожалуй, другое: в том летнем домике в попутных разговорах с новым ассистентом стала исподволь прорисовываться новая, многообещающая идея Бора. Оскару Клейну запомнилось — и он повторил это историкам дважды,— как Бор принимался вдруг обсуждать строение атомов лития и натрия.

С чего бы? Почему после абстракций математики — конкретности химии?

Не оттого ли, что теперь за его рабочим столом сидел не сверхматематичный голландец, а шведский лиценциат из физико-химической школы Аррениуса? Хотя Клейн тоже был «математическим физиком», тень химии еще сопутствовала ему неотступно. Он привез с собою незаконченное исследование об электролитах — растворах, проводящих ток. (По этому родимому пятну сразу узнавалась школа Аррениуса, как по альфа-частицам — школа Резерфорда.) Бор прочитал работу Клейна в первые дни их знакомства. И, к немалому удивлению юнца, тогда же заговорил о ней так, точно всю предыдущую жизнь только и делал, что занимался статистическими закономерностями в электролитических процессах! Как в свое время радиохимик Хевеши, а потом спектроскопист Хансен, Оскар Клейн изумился открывшемуся: мгновенное понимание заменяло Бору подробную осведомленность. И оттого, что Клейн продолжал свое исследование, тень химии поселилась вместе с ним в красном тисвильском домике.

Однако тень есть тень: она весит немного. А истинно весомым в той маленькой истории с литием и натрием было, разумеется, нечто иное. Не вдруг возник у Бора интерес к строению их атомов.

...Еще семь лет назад — в Памятной записке Резерфорду — он запрограммировал квантовое истолкование Периодического закона Менделеева. Ему все тогда казалось легкодостижимым — «через несколько недель». Думалось: успех дежурит за порогом. Только бы переступить порог — найти объяснение устойчивости планетарного атома!

В придуманных для этого стабильных электронных кольцах ему чудилась скрытой и периодическая повторяемость химических свойств элементов. Он ведь и число уже называл: в каждом электронном кольце не больше семи электронов — от нуля до семи. Итого — восемь вакансий. А химия атома зависела, по его мысли, от самого внешнего кольца. Естественно, когда атомы образуют молекулы, они соприкасаются и взаимодействуют этими внешними кольцами. И потому у всех элементов с одинаковым набором электронов в наружном кольце — похожая химия. И периодичность в такой схеме действительно появлялась сама собой: у каждого элемента должен был через восемь клеточек менделеевской таблицы обнаруживаться близнец по поведению...

За семь лет принцип этой схемы не устарел. Но все семь лет Бор прекрасно знал, что сама схема слишком уж схематична. Довольно было взглянуть на таблицу Менделеева, чтобы увидеть: периодическая повторяемость химических свойств сложней и капризней — числом 8 ее не исчерпать. Гармония периодического закона оставалась неразгаданной. В ней каким-то образом участвовали и другие числа — 2, 18, 32... Ясно, что тут природа вела какую-то квантовую игру. Однако по более сложным правилам, чем казалось сначала.

В минувшие годы уже многие пытались эти правила раскрыть. Успешней и раньше других — мюнхенец Вальтер Коссель. Бору нравились его работы. Он называл их очень важными и весьма интересными. И ему приятно было, что начало исканиям Косселя дал он: та же квантовая модель планетарного атома, те же устойчивые электронные кольца, та же решающая роль внешнего кольца. Только одно не удовлетворяло его, и позднее он написал об этом:

> «Коссель не входил в рассмотрение глубоких причин разделения электронов на группы...»

Подобно всему, исходившему из школы Зоммерфельда, работы мюнхенца были от-

мечены блестящей «техникой квантов» и отсутствием «философии квантов».

(Если появится когда-нибудь научная дисциплина ФИЗИЧЕСКАЯ ФИЛОСОФИЯ,— как давно уже есть на свете физическая химия или математическая физика,— ее основоположниками в XX веке будут признаны Бор и Эйнштейн. Или Эйнштейн и Бор.)

Для Косселя устойчивые группы атомных электронов были данностью природы. А Бору нужно было понять, как они возникают.

Он уже не верил тому, что сам утверждал в наивные дни Памятной записки: будто электроны в каждом кольце, как в хороводе, вращаются все вместе по одной орбите. Когда бы так, рассуждал он теперь, все электроны кольца должны были бы одновременно сесть на эту орбиту и равномерно распределиться по ней. Такая одновременность была бы редкостным чудом. Да еще и пренеприятнейшим: связанные друг с другом жестким условием коллективной устойчивости вращения, эти «окольцованные» электроны лишились бы права свободных перескоков на иные орбиты.

Само представление о кольцах потеряло для Бора прежнюю привлекательность. Да оно и перестало быть нужным: замечательно оправдавшийся постулат стационарных состояний разрешал каждому электрону устойчиво двигаться вокруг ядра по индивидуальной орбите. Лишь бы отвечала эта орбита какому-нибудь дозволенному уровню энергии атома. А каждая ступень боровской лестницы таких уровней была, как открыл Зоммерфельд, в свой черед маленькой лесенкой разрешенных устойчивых состояний. И каждой лесенке соответствовала группа близких друг к другу орбит. А группе орбит — группа электронов, по ним летящих.

Несостоятельный образ колец заменился более достоверной картиной: электронный рой по мере усложнения атомов — от водорода (с одним электроном) до урана (с девяносто двумя) — создавался наслоением все новых групп электронов, независимых, но тесно соседствующих своими орбитами. И формирование всякого атома стало представляться Бору постепенным процессом: ядро связывало случайно повстречавшиеся электроны поодиночке—в порядке их неосторожного появления в околоядерном пространстве, где для них кончалась вольная жизнь и начиналось квантовое подданство.

Вся паутина математически возможных орбит теперь рисовалась ему в виде призрачного проекта будущего атома. Лестница уровней энергии превратилась в последовательность вакантных мест для залетных электронов. Она обернулась для них как бы иерархической лестницей: формируя атом, они могли садиться один за другим только на свободные ступеньки — снизу вверх. И если нижние уровни оказывались уже заселенными ранее прибывшими счастливчиками (или, напротив, неудачниками — они ведь теряли прежнюю свободу!), новым электронам оставалось довольствоваться орбитами, более удаленными от ядра. И когда в очередной группе близко соседствующих орбит исчерпывались все вакансии, начиналось заполнение следующей возможной группы. И это продолжалось до тех пор, пока общее число электронов не становилось равным заряду ядра и на свет не рождался готовенький нейтральный атом.

Можно бы сказать, что электроны расселялись в атоме по группам, как новоселы в доме по этажам. Вот только странным был этот дом — сродни фантастическим замыслам тогдашних архитекторов-конструктивистов. Мексиканская уступчатая пирамида, перевернутая с основания на вершину. Дом, расходящийся кверху: цоколь — ядро, в первом этаже — 2 квартиры, во втором — 8 и в третьем — 8, в четвертом — 18 квартир и в пятом — 18, а в шестом — 32... Так объединялись элементы в периоды, судя по таблице Менделеева. И, следовательно, точно так же должны были объединяться в группы атомные электроны: ведь их число всякий раз задавалось именно номером элемента в периодической системе.

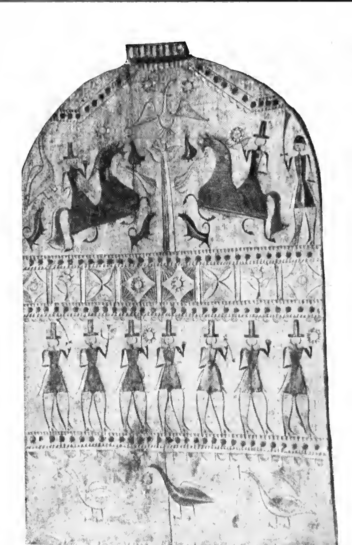
Нужно было в конце концов понять, отчего природа строила атомы по такому причудливо-конструктивистскому проекту. За причудливостью угадывалась гармоническая четкость. (Как и во всем лучшем, что создавал архитектурный конструктивизм.)

Многие физики уже придумывали чисто формальные геометрические схемы в оправдание природы. Зоммерфельд объяснял число 8 симметрией куба: почему бы электронам не сидеть на восьми вершинах этой превосходной пространственной фигуры? А известный американский исследователь Ленгмюр уже склонялся к мысли, позже высказанной им вслух, что в строении атома принимают участие некие неизвестные силы: только этим можно оправдать странности атомных конструкций. Ни тем, ни другим путем — ни формальным, ни полумистическим,— мысль Бора удовлетвориться не могла. По прошествии двух лет, когда идеи, начавшие зреть в красном домике, выросли в разветвленную теорию и 18 октября 1921 года стали предметом его нашумевшего доклада в Физическом обществе Дании, Бор еще непреклонней, чем зоммерфельдовскую геометрию, отверг ленгмюровскую попытку призвать на помощь какие-то доселе неведомые силовые таинства.

> «...Такой прием,— сказал Бор,— принципиально чужд стремлению истолковать своеобразие элементов на базе общих законов, управляющих взаимодействиями частиц в любом атоме».
>
> И прибавил: «Эти законы — постулаты квантовой теории».
>
> И улыбнулся: «Это стремление отнюдь не безнадежно».

Еще в красном домике—летом 1919 года— он знал, что оно не безнадежно. Об этом-то и говорили запомнившиеся Оскару Клейну его предположительные рассказы о процессе образования атомов лития и натрия.

Продолжение следует.



Донце со сценой «охоты» на «белую лебедь» — невесту. Ниже — шеренга кавалеров и вереница гусей.

● НАРОДНОЕ ИСКУССТВО

Гипотезы, предположения, факты

ГОРОДЕЦКИЕ РЕЗНЫЕ ДОНЦА

М. ЗВАНЦЕВ.

Величественные рельефы «глухой» нижегородской резьбы, украшавшей волжские суда и избы, поражающая мастерством и фантазией резьба пряничных досок, расписанные диковинными цветами изделия гончаров, яркие и необычные по формам игрушки: тройки и кони, покрытые резьбой орудия труда и вещи домашнего обихода, резные и расписные дуги и, наконец, знаменитая городецкая живопись — всем этим в прошлом столетии был богат северо-запад бывшей Нижегородской губернии (теперешний Городецкий район Горьковской области).

Особенно выделялись не имеющие аналогий по характеру и манере резьбы инкрустированные черным мореным дубом городецкие донца (нижняя часть прялки).

Считают, что городецкие резчики изображали на донцах сцены из помещичьей жизни. Кажется, сомнений нет: вот едет барыня в карете, барин и егерь охотятся на птицу, вот стоят щеголи в коротких сюртучках и цилиндрах, в саду гуляют дамы и кавалеры, а вот генерал предводительствует солдатами...

И все же сомнения возникают. Удивляет приверженность только к трем сюжетам — барыня, охота, генерал с солдатами. Трудно также объяснить некоторые несообразности: «охота» на птицу — чаще всего с цветами и саблями, фигура кучера в кивере, да еще с саблей в руке, изображение коней в чисто жанровых сценах и т. д.

Понять, казалось бы, загадочное во многих случаях содержание жанровых картин на резных донцах помогают фольклор и свадеб-



Донце с наретой. Кучер с саблей в руне, в нквере и кафтане.



Ннжегородсние ополченцы. Ннжняя часть донца. (Фото справа в центре).

ные обряды, а также нсторнческие источннки.

В русских народных песиях часто поэтически сравиивают девушку-невесту с «белой лебедью», попадающей в стадо «серых гусей» (семья и родствеииикн жениха, встречающне ее непрнветливо н обижающне).

Жеинх н дружка «добывают белую лебедь» — невесту. Это их «добыча» (так называл иевесту и сват).

В первой половине прошлого столетия, когда и создавались городецкие донца, существовал такой обычай: *в* первую брачиую ночь дружка, охраняя молодых, объезжал верхом на коне горинцу с саблей в руке.

Всадники на донцах «охотятся» на лебедя, «охотиики» илн вообще безоружны, или «вооружены» цветами. Эта сцеиа — иллюстрация свадебных песеи и обрядов. Вот почему на некоторых донцах изображены н гуси.



Изображенне конного ополченца с пнкой в руне. Часть ннкрустацнн утрачена.



Форма и вооружение (пики и сабля) воинов нижегородского ополчения 1812 года. Репродукция из альбома «Рисунки одежды и вооружения российских войск».



Гулянье. Нижняя часть донца.



Парень в кафтане и «гречевнике». Фрагмент лубочной картинки первой половины XIX века.



Всадник с саблей из сцены «охоты».

А как объяснить «барыню» в карете? В свадебных песнях невеста-княгиня едет к венцу не в телеге, а в «золоченой карете», во время свадебного пиршества «полон двор карет стоит» и невеста просит жениха: «Запряги, милый, карету...» Все это поэтически преображенная реальность. Телега при поездке к венцу специально украшалась и даже раскрашивалась, свадебный поезд состоял из большого количества подвод.

Одежда городского фасона была распространена в приокских и приволжских деревнях, а в пятидесятых годах носили даже кринолин, да и без него круглый штофный сарафан, под который надевалось до шести накрахмаленных юбок, стоял колоколом. В таких юбках-сарафанах и сидят невесты в карете.

Валяные шляпы-«гречевики» удивительно походили на городские цилиндры, а «сюртючки» на кавалерах и всадниках — повсеместно распространенный кафтан. В ряде песен точно определяется его фасон: невеста должна была скроить жениху кафтан, «чтоб ему не долог был, чтоб ему не короток был, по подолу был раструбистый, по середке прижимистый...» А ведь это точное описание костюма кавалера на городецких донцах.

Ю. Черняховская высказала мысль, что изображения военачальника и солдат на донцах — отклик на патриотический подъем в Отечественную войну 1812 года. Автора смущала лишь необычная форма солдат и то, что они были вооружены саблями и даже копьями.

Но кивера, кафтаны и панталоны, в которые одеты солдаты, изображенные на донцах,— форма, присвоенная именно воинам нижегородского ополчения. Более того, все ополченцы вооружались копьями и саблями, которые могли изготовить деревенские кузнецы. Ружей не хватало.

Героев-ополченцев начали изображать на донцах. С саблей в руке они заняли место кучера, катая невесту в карете, появились они и в жанровых сценках.

Оригинальное искусство городецких мастеров представляет огромный интерес для исследователей истории и теории народного искусства. Талантливые художники работали всего в восьми маленьких деревнях, стоявших на берегу реки Узолы, откуда и добывались кряжи мореного дуба. Промысел существовал всего 50—60 лет с самого начала и по 60-е годы XIX столетия.

НОВЫЕ КНИГИ

Издательство «НАУКА»

Научно-популярная серия

РЕЗАНОВ И. А. **Великие катастрофы в истории Земли.** М. 160 с. 49 к.

Это книга об известных и предполагаемых крупных катастрофах, в результате которых менялся лик Земли: очертания океанов и континентов, рельеф и климат нашей планеты, ее флора и фауна.

ВОЛЬКЕНШТЕЙН М. В **Перекрестки науки.** М. 336 с. 92 к.

Книга посвящена естествознанию, тем своеобразным путям, по которым оно развивается; тем перекресткам, где происходит наиболее перспективное взаимодействие трех ведущих областей науки — физики, химии и биологии. По мнению автора, одним из важнейших методов познания служит установление внутренних связей между физическими, химическими и биологическими явлениями, на первый взгляд весьма далекими друг от друга. Рассказ о науке обогащен многочисленными фактами из истории, сведениями об ученых, о научной этике, о связи науки с литературой и искусством.

Популярная библиотека химических элементов. Книга 2-я. М. 320 с. 1 р. 13 к.

Издание будет состоять из 4 томов. Вторая книга «Популярной библиотеки химических элементов» включает рассказы об элементах с атомными номерами от 25 до 50. В этой группе железо и важнейшие цветные металлы: медь, цинк, олово; легирующие металлы: никель, кобальт, молибден, марганец. Здесь же читатель найдет материалы об элементе, с которого началась эра полупроводников,— о германии, а также о других важных для полупроводниковой техники веществах—соединениях индия, галлия, мышьяка.

МАССОН В. М., САРИАНИДИ В. И. **Каракумы: заря цивилизации.** М. 168 с. 48 к.

Если вы хотите узнать, где и как зародилась самая древняя цивилизация на территории нашей Родины, прочтите эту книгу. Из песков Каракумов вы перенесетесь в цветущие оазисы междуречья Амударьи и Сырдарьи. Перед вами предстанут дворцы Бухары и Самарканда с уникальными фресками и скульптурой. Вы совершите увлекательное путешествие в прошлое и узнаете историю среднеазиатских народов на протяжении последних 8—10 тысяч лет.

ДВОРОВ И. М. **Глубинное тепло Земли.** М. 208 с. 62 к.

В книге рассказывается о практически неиссякаемом источнике энергии — тепле земных недр. Читатель познакомится с историей геотермических исследований, с источниками и распределением глубинного тепла Земли на территории нашей страны и за рубежом. Большое внимание уделено использованию горячих вод и пара, дающих дешевую электроэнергию и огромное количество ценных химических продуктов.

КОБРИНСКИЙ А. Е. **Вот они, роботы!** М. 176 с. 28 к.

При подводных и космических исследованиях, в технике, когда приходится иметь дело с веществами и материалами, угрожающими здоровью и жизни человека, на помощь приходят роботы-автоматы, воспроизводящие ряд человеческих движений и действий. Автор книги, известный ученый и популяризатор науки, рассказывает о современных роботах и роботах предвидимого будущего, об их применении, свойствах и особенностях, о способах и системах управления ими.

МАРАКОВ С. В. **Природа и животный мир Командор.** М. 184 с. 36 к.

Не много в нашей стране найдется мест, которые по природе, своеобразию и богатству животного мира могут сравниться с Командорскими островами. Книга С. В. Маракова, автора многих научно-популярных работ, получивших заслуженное признание читателей, знакомит с природой островов, где автор провел более 17 лет, с наиболее яркими представителями фауны — каланами, морскими котиками, сивучами. Дается описание птичьего мира прибрежных скал.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ РОССИЯ»

МЕЛЬНИКОВ Н. А. **Кто зажигает звезды?** 160 с. 43 к.

Автор рассказывает о заре нашей космонавтики, ее тружениках и героях, о конструкторах и создателях ракет, о сегодняшнем дне первопроходцев Вселенной.

САВИЦКИЙ Е. М., КЛЯЧКО В. С. **Металлы космической эры.** 189 с. 48 к.

Как бы ни называли наш век — атомным, космическим ли,— он остается «веком железным», вернее, веком металлов. В самом деле, принято называть эпохи по материалу, из которого главным образом изготовляются орудия производства. Пока все синтетические материалы, вместе взятые, заменили лишь около шести процентов металла, которого ежегодно производится свыше 150 килограммов в расчете на каждого жителя планеты.

О металлах — чистых, сверхчистых и самых разнообразных сплавах — эта книга.

АГАПОВ Б. Н. **Взбирается разум.** 383 с. 97 к.

Книга посвящена проблеме «художник и наука». История возникновения и развития полимеров, создания новых химических материалов, раскрытия тайн жизни служит автору поводом, чтобы начать разговор о природе научного творчества, о месте художника в рождении новых идей. Писатель был свидетелем многих побед отечественной науки, о которых рассказывается в книге. Обширные философские, исторические и поэтические отступления позволяют автору нарисовать многокрасочную картину извечного поступательного движения человеческого разума, цель которого — совершенствование окружающего мира, построение коммунизма.

ХОЛОДНЫЕ ТОЧКИ ПЛАНЕТЫ

В «Науке и жизни» (№ 8, 1971 год) вы рассказывали о «горячих» точках нашей планеты — тех местах, где регистрировались наиболее высокие температуры воздуха. Расскажите, пожалуйста, о холодных точках, о минимальных температурах на Земле, о физических явлениях, связанных с рекордно сильными морозами.

Инженер Л. КЕХВАЯНЦ.
г. Баку.

В августе 1960 года на советской антарктической станции Восток (78°28′ южной широты, 106°48′ восточной долготы, высота 3 488 метров над уровнем моря) наблюдалась самая низкая температура у земной поверхности: —88,3°С.

Чтобы перечислить различные холодные точки нашей страны, прочих стран, примем в качестве температурной границы — 50° С. В СССР температура может опускаться до более низкого уровня на ряде станций Якутии (Сюрен-Кюель, Сеген-Кюель, Западная, Томпо, Алдан, Томмот, Таскон, Оленек, Якутск). Есть такие станции в Красноярском крае (Ачинск), в Томской (Брагино) и Магаданской (Сеймчан) областях.

После нашей страны наиболее низкие температуры отмечаются в Канаде. В феврале 1947 года на станции Снэг была зарегистрирована температура — 62,8° С.

В США воздух наиболее сильно охлаждается на территории Аляски. В январе 1971 года в горах Эндикотт, на станции Проспект Крик-Кэмп температура упала до — 62,1° С. Ниже — 50° С температура опускается в штатах Монтана (станции Роджерс Пасс и Риверсайд), Колорадо (Тейлор Парк), Айдахо (Айлэнд Парк Дэм), Северная Дакота (Паршалл), Вайоминг (Моран).

В Швеции есть лишь две станции, где температура может опускаться на полсотни градусов ниже нуля,— это Вуоггачольме и Лаксбакен; в Норвегии также две — Рёрос и Карасйок.

Когда-то «полюс холода» располагался в Центральной Якутии, в верховьях реки Яны. Еще в феврале 1892 года в Верхоянске была зарегистрирована температура —67,6°С. В 1930 году было установлено, что в районе поселка Оймякон и в среднем и по максимальной величине отмечаются более низкие температуры: так, в феврале 1933 года температура воздуха понизилась здесь до — 67,7°С; на поверхности снега термометр показывал тогда — 69,6°С.

Начиная с октября средняя месячная температура в Оймяконе опускается до — 15° С, в ноябре она достигает — 36° С и к середине января — началу февраля падает до минимума.

На примере самой холодной точки нашей страны удобно рассмотреть те физические условия, при которых достигаются рекордно низкие температуры приземных слоев воздуха. Вот они: антициклон, почти полное отсутствие облачности, пониженная влажность воздуха. Последняя вызывает заметное испарение снежного покрова, а испарение, как известно, требует определенных затрат тепловой энергии.

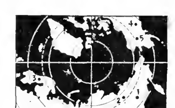
В зимнее время под влиянием сибирского антициклона в Оймяконе преобладает тихая и ясная погода. Поселок расположен во впадине, окруженной горами высотой 0,6—2 километра. По склонам гор сухой плотный холодный воздух стекает в долину Индигирки и надолго задерживается тут из-за безветрия. По ночам, когда солнце уже не нагревает землю, создаются наиболее благоприятные условия для выхолаживания почвы и приземного воздуха.

Мы не случайно вновь и вновь употребляем прилагательное «приземный». На больших высотах — порядка десяти километров (для экваториальных областей эту цифру следует увеличить почти вдвое),— там, где пролегает верхняя граница тропосферы, всегда морозно. Здесь температура воздуха в среднем составляет — 60° С и может опуститься до — 80° С в области умеренных широт и даже до — 90° С — над экватором. Вблизи верхней границы мезосферы, на высоте около 90 километров, температура воздуха летом опускается до — 100° С (летом в мезосфере холоднее, чем зимой), а в июле может упасть до — 140° С.

Понятно, что при интенсивной атмосферной циркуляции температура на дне воздушного океана может резко падать. Так, 23—24 января 1916 года на

◀ Минимальные температуры воздуха на «полюсе холода» южного полушария. Метеостанция Восток (Антарктида), 1958—1972 гг.

Минимальные температуры воздуха на «полюсе холода» северного полушария. Метеостанция Оймякон (Якутская АССР), 1930—1972 гг.



Цифрами (по направлению часовой стрелки) отмечены холодные точки: 1 — Оймянон (СССР) — 67,7°С; 2 — Верхоянск (СССР) — 67,6°С; 3 — Лансбакен (Швеция) — 53,3°С; 4 — Снэг (Канада) — 62,8°С; 5 — Проспект Крик Кэмп (Аляска) — 62,1°С.

станции Броунинг (США, Монтана) за 24 часа температура упала с +7°С до —49°С, а 10 января 1911 года на станции Рапид Сити (США, Южная Дакота) около семи часов утра температура за 15 минут понизилась с +12,8°С до — 13,3°С.

Если же вести речь лишь о слоях воздуха, прилежащих к земной поверхности, то здесь высота над уровнем моря весьма несущественно способствует рекордам мороза. На низкоширотных высокогорных станциях минимальные температуры могут быть значительно выше минимальных температур для станций равнинных, но высокоширотных. Так, на леднике Северцова в Кашкадарьинской области (высота 2 780 м) температура воздуха зимой не опускается ниже — 26°С, а на станции Казбеги на Кавказе (высота 3 659 м) абсолютный минимум температуры составляет лишь — 35°С.

Теперь о физических явлениях, связанных с рекордно сильными морозами.

В Канаде при сильных морозах, когда в условиях антициклона воздух неподвижен, словно застывает, за идущим человеком образуется и сохраняется в течение трех-четырех минут протяженная (от ста до четырехсот метров) полоса взвешенных в воздухе кристалликов льда. Лед образуется из водяного пара, который выделяется при дыхании, точно так же, как на больших высотах он образуется из пара, содержащегося в продуктах сгорания авиационного топлива. (Этим и объясняется появление облачной полосы за самолетами.) При очень сильных морозах наблюдается еще более удивительное явление: в течение нескольких дней на уровне верхушек деревьев над местами стоянки собачьих упряжек висит ледяной туман.

«Шепот звезд» — так называют якуты странный звук, напоминающий шуршание пересыпаемого зерна, который можно услышать, когда температура воздуха опускается ниже — 50°С. В особенно сильный мороз этот звук напоминает свист крыльев пролетающей неподалеку птицы. Канадские эскимосы сравнивают этот звук с шумом поземки и тем самым наводят на истинное объяснение таинственного явления: «шепот звезд» возникает при столкновениях кристаллов льда, которые образуются при дыхании.

Р. Скотт, известный полярный исследователь, писал, что в Антарктиде при штиле и температуре около — 60°С он слышал скрип снега под лыжами и удары ломов о лед с расстояния порядка четырех-пяти километров. В Оймяконе, самой холодной точке Советского Союза, лай собак, жужжание электропилы и радиопередача средней громкости в середине зимы хорошо слышны на открытом воздухе за два с половиной километра.

Дело в том, что в сильный мороз прилежащие к земле слои воздуха могут иметь меньшую температуру, а значит, большую плотность, чем расположенные выше слои. Порой, поднимаясь по склонам гор, окружающих Оймякон, можно наблюдать увеличение температуры на 20°С — в противоположность общепризнанной закономерности «чем выше, тем холоднее». Это парадоксальное явление называется температурной инверсией; зимой в Якутии оно отмечается часто. Законы преломления волн — световых, звуковых — учат, что, переходя из одной среды в другую, волна изменяет направление, уклоняясь в сторону большей плотности. Поэтому звук от источника, расположенного на земле, в неравномерно промерзшей атмосфере в условиях температурной инверсии распространяется не по прямой и рано или поздно возвращается к земле. Из-за этого физического эффекта, называемого рефракцией звука, и возрастает дальность слышимости.

В заключение отметим, что за весь период наблюдений на полюсах холода отмечается медленное, но устойчивое повышение абсолютных минимумов температуры. По-видимому, это отражает господствующую в наше время тенденцию в изменении климата планеты.

Профессор В. АРАБАДЖИ.



СЕРЕБРЯНЫЙ ПЕРЕЗВОН

Зима уже показала свой крутой нрав: хлестнула сильными морозами, с воем и свистом пронеслась вьюгами-метелицами по лесам и полям, успела перемести пути-дороги и звериные тропы, а потом вдруг как-то оступилась. Ртутный столбик термометра пополз кверху. С посеревшего неба сыпал лениво мелкий дождь, с крыш падали звонкие капли, снег осел и набух, а на дорогах появились лужи мутной воды. Как весной, в марте.

Это произошло накануне. А сегодня все по-зимнему: чистое голубое небо, легкий морозец и потемневший снег. Как будто и не было сильной оттепели.

Я выхожу в сад лесной опытной станции побродить между деревьями, подышать утренним воздухом. Оплывшие с боков тропинки незаметно уводят вглубь. И внезапно останавливаюсь: слышится серебряный перезвон. Словно кто-то невидимый тихо-тихо и нечасто ударяет в маленький колокольчик. И он звенит, звенит, разливаясь вокруг мелодичным напевом. Поднимаю голову: на голых ветках амурского бархата сидит стайка птичек с хохолком. Это свиристели — обитатели северных лесов. В таежных лесах они выводят птенцов, выкармливают их насекомыми. Поздней осенью и зимой свиристели залетают далеко к югу и питаются в это время ягодами. Любимая их еда — плоды рябины и шиповника.

У нас свиристель — одна из самых красивых птиц. Величиной она со скворца или дрозда, на голове широкий бурый хохол, зачесанный назад, на крыльях ярко-красные пятна и желтая оторочка на хвосте. Ничего не скажешь, очень нарядна эта птица. Недаром в народе ее называют «красава».

Перескакивая с ветки на ветку, птицы неторопливо склевывали крупные черные ягоды — плоды амурского бархата. А я стоял и все слушал их короткие песенки.

И если тебе, дорогой читатель, послышится где-то серебряный перезвон, остановись и отыщи взглядом наших зимних гостей.

Ранней весной свиристели улетают от нас обратно на север.

Н. АКУЛОВ.

г. Казань.



Скоро обед.



Обед задерживается. Раздается тихое, мелодичное посвистывание — «свири-свири-стии».

Всякому терпению наступает конец.



Свиристель — доверчивая птица. Первое лакомство для нее — рябина. Увидев ягоды, свиристель, не задумываясь ни минуты, летит на балконы или окна домов. Аппетит у птицы завидный: одна съедает за троих дроздов.

На фотографиях — свиристель на балконе одного из московских домов.

вполне «материальные» физические ощущения, порождает чувство веры в силу метода и способствует усилению эффекта самовнушения. В тех методах самовнушения, которые существовали в Европе до появления аутогенной тренировки, слово тоже использовалось как основное средство саморегуляции. Но в аутогенной тренировке связь речи с физическими ощущениями оказалась более результативной.

Аутогенная тренировка (А. Т.) состоит из двух ступеней. Вот формулы низшей ступени: 1. Я совершенно спокоен. 2. Правая (левая) рука очень тяжелая. 3. Правая (левая) рука очень теплая. 4. Сердце бьется спокойно и сильно. 5. Дыхание совершенно спокойно, мне дышится легко. 6. Солнечное сплетение излучает тепло. 7. Лоб приятно прохладен. Эти формулы предназначены для борьбы с различными функциональными, то есть обратимыми изменениями в центральной нервной системе, такими, как, например, плохой сон, невротические боли, всевозможные страхи, навязчивости, дурные привычки. Задача высшей (второй) ступени — привести человека в некое блаженно-созерцательное состояние, позволяющее якобы очистить и возвысить душу.

Если вторая ступень у нас не используется практической медициной, то семь формул первой ступени вскоре завоевали признание многих врачей и пациентов. Но лишь на какое-то время. Постепенно стало выясняться, что семь «классических» формул не справляются со всем многообразием нервно-психических нарушений так, как этого хотелось бы. Поэтому повсеместно стали появляться различные модификации первоначального текста аутогенной тренировки. Их авторы, сохраняя основные принципы метода И. Шультца, начали видоизменять формулы самовнушения согласно тем целям, которые они перед собой ставили.

Так, например, И. Шультц считал, что его метод нельзя применять при пониженном давлении крови. А харьковские психиатры К. Мировский и А. Шогам разработали свой вариант А. Т., назвали его «психотонической тренировкой» и показали ее эффективность в борьбе с гипотонией. Другой пример. Для того, чтобы помочь совершенно здоровым людям — спортсменам целенаправленно регулировать свое психическое состояние в быстро меняющихся ситуациях напряженных поединков, во Всесоюзном научно-исследовательском институте физической культуры разработана специальная методика самовнушения, названная «психорегулирующей тренировкой» (П. Р. Т.). В этом виде тренировки, в частности, полностью исключены формулы, вызывающие чувство тяжести, и введены другие, способствующие расслаблению мышечно-суставного аппарата. Подобных примеров самых различных модификаций, созданных для решения тех или иных конкретных задач, можно привести немало.

Так что каждый желающий — больной или здоровый, исходя из личных потребностей, имеет в наше время возможность изучить тот или иной метод самовнушения. Только больным это нужно делать обязательно под руководством врача, а здоровые могут заниматься самостоятельно, предварительно также посоветовавшись с врачом. Врач сможет подсказать наиболее целесообразный метод и даст необходимые рекомендации по овладению специфическими особенностями техники самовнушения. Условия для повышения психогигиенической культуры населения у нас есть. Во многих городах работают врачи-психотерапевты, способные оказать желающим необходимую помощь. Действуют и два специализированных центра. В Харькове — кафедра психотерапии при Украинском институте усовершенствования врачей, возглавляемая профессором И. З. Вельвовским, и в Москве — кафедра психотерапии при Центральном институте усовершенствования врачей, руководимая профессором В. Е. Рожновым.

А теперь поставим вопрос так: кому полезно заниматься саморегуляцией психического и физического состояния? Ответ: пожалуй, всем. Тем, кто страдает от какого-либо недомогания, для того, чтобы поправиться и затем поддерживать хорошее самочувствие, а здоровым — чтобы, несмотря на различные трудности, не заболеть, сохранить себя в состоянии психической нормы.

Используя самовнушение, можно снять излишнее волнение, которое нередко возникает у совершенно здоровых людей, например, перед экзаменами, неприятным разговором или в других схожих ситуациях. Можно значительно уменьшить, а то и вовсе ликвидировать чувство боли, например, в кабинете зубного врача или во время родов.

Короче говоря, самовнушение — лучший помощник в борьбе за нормальное течение психических процессов. Оно способствует укреплению нервной системы, закаляет ее и позволяет выдерживать без нежелательных осложнений даже очень большие нагрузки.

ВТОРОЕ СОСТОЯНИЕ — ПАТОЛОГИЯ

По-древнегречески «патос»—«страдание». Вот почему любое отклонение от нормы, ведущее к нарушениям в организме и ухудшению самочувствия, в медицине называется «патологическим состоянием», или, короче, «патологией».

Может ли больной человек каким-либо образом включиться в борьбу за свое выздоровление? Не только может, но и должен. Ибо практика вполне достоверно показывает: успех лечения во многом определяется тем, как сам больной относится к себе, своему заболеванию и проводимым медицинским мероприятиям. Ничто так не помогает преодолеть недуг, как вера больного в силы своего организма, в возможности медицины, в мастерство врача.

Однако далеко не всегда больные люди могут настроить себя на оптимистический лад. А так как пессимизм крайне вреден, ибо усугубляет тяжесть болезни, то одна

нз важнейших задач, которую приходнтся решать врачам, состоит в том, чтобы обеспечить пациенту необходимую бодрость духа. Средства для этого есть разные, но и здесь, пожапуй, одно нз пучшнх — самовнушение Почему? Да потому, что методы самовнушения выводят человека нз состояния тревожно-выжидательной пассивностн н депают его активным борцом за свое выздоровпение. Там же, где есть активность и оптнмизм, возрастает бодрость духа, а болезнь отступает скорее. Недаром еще главный хнрург напопеоновскнх армнй Ларрей говорил: у победнтелей раны зажнвают быстрее. Подобная закономерность наблюдается н сейчас, в современных лечебных учрежденнях.

Так что любой, наиболее подходящнй по показаниям варнант аутогенной тренировки может н должен стать верным помощнником в борьбе, которую врач и больной ведут совместно. Можно прнвестн немало прнмеров, когда именно самовнушенне спасало человеку жизнь. Ну, хотя бы такой. У больного, после сложной операцнн потерявшего сон, организм не прннимал ннкаких снотворных препаратов — начнналась тошнота, рвота, что грознло разрывом операцнонных швов. Больной, почти лишенный сна, таял на глазах. К нему был вызван на консультацию пснхотерапевт, который в течение нескольких дней обучнл этого тяжелобольного самостоятельно усыплять себя. Через неделю он мог это делать не только ночью, но н днем.

Плохой сон, нарушення аппетита и дыхання, всевозможные болн н страхи скорее отступают там, где самовнушение используется под руководством специалиста. Вот почему регулярная треннровка нервно-пснхнческой сферы должна войтн в практнку медицннских учреждений любого профиля столь же шнроко, как уже вошла, напрнмер, лечебная фнзкультура, чьн специальные комплексы очень хорошо помогают восстанавлнвать здоровье прн самых различных забопеваниях.

ТРЕТЬЕ СОСТОЯНИЕ

Представнм себе условную графнческую схему. Первое состоянне — норма — в виде горнзонтальной лнннн, а все то, что находнтся ниже нее, будем счнтать областью второго состояния — патологнн.

А возможны пи в органнзме человека такне процессы, которые следовало бы поместнть над лнннeй нормы? Жизнь показывает, что да, возможны.

Вот несколько примеров. Женщнна, охваченная горем н отчаяннем, прнподннмает тяжелую автомашнну и вытаскнвает нз-под колеса сбнтого ребенка. Спасаясь от разъяренного быка, немолодой ученый перепрыгивает через столь высокнй забор, что потом, проходя мнмо него, каждый раз с недоуменнем спрашивает себя: как же я смог зтакое сделать?

Что характерно для зтнх и многнх сходных прнмеров? То, что людн при особых обстоятельствах, в снлу неожнданно возннкающнх снтуацнй вдруг обнаружнвают такие способности — пснхнческие н физическне,— о которых ни онн сами, ни окружающне даже не догадывапись. А зто значит, что в органнзме чеповека запожены многие потенцнапьные возможности, которым в обычных нормальных условиях просто нет повода проявпяться.

Но есть немало обстоятельств, которые требуют предепьного напряження снп в заранее планируемом будущем. В частностн, должны загодя готовиться к максимальной самоотдаче спортсмены, артисты, испытатели в разных областях науки н техники, хирургн, проводящие сложные операции, и многне другне специалнсты. Умеют лн они зто депать так, как полагается? Постараемся разобраться в зтом на примере спортивной деятельности.

Что значит «как попагается»? Это значнт, что прежде, чем совершить какое-то депо, а тем более трудное, требующее предепьного напряження сил, необходнмо заранее быть хорошо ориентнрованным в двух основных направленнях. Во-первых, точно знать, каким конкретным результатом должно завершнться намеченное дело, в чем его главная суть, нметь четкое представленне о том зталоне, к которому стремишься. А во-вторых, нужно рассчитать, какимн средствами можно добться конечного результата, причем так, чтобы не повреднть своему здоровью.

Предположнм, что спортсмен поставнл перед собой цель — прыгнуть в высоту на 2 метра 25 сантиметров. Для преодоления такого рубежа требуется немалое напряженне сил, физнческих и пснхнческих. Что же он должен предпрннять, чтобы добиться желаемого результата?

Сначала ему необходнмо сформнровать в своем сознанни предельно четкое представленне о всех злементах такого прыжка — начиная с первого шага разбега и кончая паденнем поспе преодоления планки. Илн, говоря другимн словамн, ему необходнмо создать мысленно образ идеального, во всех отношениях совершенного прыжка. Еслн спортсмен не потратит времени на созданне такого мысленного образа, то все его попытки прыгнуть на 2.25 заранее обречены на неудачу. Ибо мы, людн, устроены природой так, что наше тело лишь выполняет то, что программнруется в нашем сознаннн. А чем четче пснхнческая программа, тем точнее ее физнческое выполнение. Еслн же представленне о намеченных действиях почему-лнбо нечетко, то н нсполненне будет грешить соответствующнмн недостаткамн.

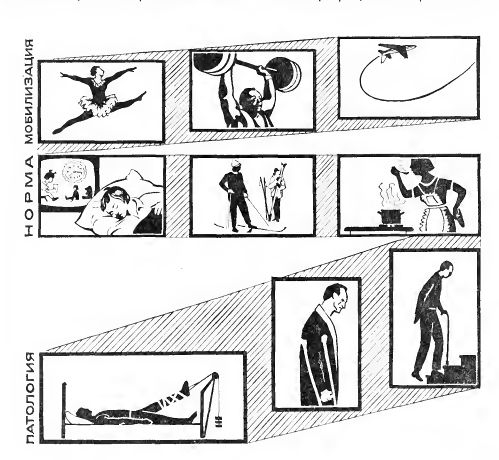
Но вот мысленная программа прыжка сформирована. Теперь надо позаботнться о средствах ее выпопнения, то есть о том, чтобы мышцы были достаточно снльными, а суставы предельно гибкнмн н не пострадали от мощных н резких двнженнй в момент отталкивания. Однако н зтого недостаточно. Необходнмо еще, чтобы нервная система могла в нужное мгновение послать в исполнительный аппарат — в мышцы и суставы — разряд такой силы, который требуется для преодолення намеченной высоты. А для этого нужно, чтобы

прыгун уже на старте был своеобразно возбужден. Если же он будет в обычном, спокойном состоянии, то в его нервной системе не сможет возникнуть вспышка необходимой силы.

Что же кроется за словами «своеобразно возбужден»? Во-первых, возбуждение нервно-психической сферы должно быть таковым, чтобы во всем организме параллельно возник целый ряд процессов, сопутствующих возбуждению. Вот краткий перечень некоторых из них: сердце начинает биться сильнее и чаще, сосуды, несущие питание к сердечной мышце, расширяются, дыхание становится более активным, повышается работоспособность скелетных мышц, причем именно тех, чья сила нужна в данной ситуации, обостряются зрение и слух, улучшаются функции вестибулярного аппарата, появляется «гусиная» кожа, возникает чувство ползания мурашек по телу и озноба, резко активизируется обмен веществ, в кровь из печени выбрасывается большое количество основного питательного вещества — глюкозы. А во-вторых, своеобразие соревновательного возбуждения состоит в том, что прыгун на старте ни в коем случае не имеет права испытывать чувства тревоги, страха или неуверенности, а обязан быть полным решительности, смелости, уверенности, должен быть в состоянии, которое обычно называется «хорошей спортивной злостью».

Таким образом, выступающие на соревнованиях находятся в особом состоянии, отличающемся по многим параметрам от того, которое принято называть нормой. Ведь все изменения в организме — пульс, дыхание, количество сахара в крови и т. д.,— наступающие в момент состязаний, намного превышают те показатели, которые свойственны норме. Поэтому называть такое боевое состояние нормальным было бы неверно, ибо организм не сможет выдержать подобных изменений в самом себе в течение долгого времени без перерыва. А в обычном состоянии он спокойно переносит все колебания процессов, которые происходят в пределах так называемой нормы.

Как же назвать это новое состояние, превышающее по столь многим своим показателям повседневную норму? Думается, что наиболее правильным будет назвать его «состоянием мобилизации». Мобилизация всех сил организма, направленная на достижение той или иной трудной цели, и является сущностью «третьего состояния», располагающегося в нашей условной графической схеме над горизонтальной линией — над уровнем нормы. Умелое, сознательное достижение такой мобилизованности, которая необходима для получения заранее запланированного конкретного результата,— задача нелегкая, но тем не менее требующая своего решения. Она



требует сознательного, активного решения потому, что далеко не всегда организм, мобилизуясь, перестраивает свои функции так, как это целесообразно в складывающейся ситуации. Практика показывает, что довольно часто характер мобилизации не совпадает с содержанием цели, которую желательно достичь.

С чем, как правило, приходится сталкиваться на соревнованиях? Одни спортсмены выступают хорошо, умело распределяя свои физические и психические силы. Другие же никак не могут войти в нужное состояние — кому-то мешает перевозбуждение, а кое-кто страдает от неспособности подняться до уровня требующейся мобилизации. Но ведь нервно-психическая сфера — это мотор, приводящий в движение всю остальную машину — тело! Значит, спортсмену, не умеющему владеть своим психическим состоянием, просто нечего надеяться на успех.

Отчего же так нередко можно увидеть на соревнованиях неумение мобилизоваться? Основных причин здесь две. Первая: далеко не все знают, из каких параметров складывается их личное состояние высокой психической мобилизованности,— такой вывод подтверждается опросом многих, даже ведущих спортсменов. Но если человек не знает, из каких элементов должно состоять нужное ему состояние, если в его сознании нет образа того идеала, того эталона, к которому он стремится, то о достижении этого идеала не может быть и речи. Вторая причина — в целом ряде случаев, когда представление об идеальном состоянии психической мобилизованности налицо: спортсмен не знает, как, какими способами входить в это состояние именно в тот день, в тот час, в те минуты, когда этого требует та или иная ситуация по ходу состязания. У спортсменов данной категории состояние оптимальной психической мобилизованности возникает, как хорошая игра у некоторых актеров, лишь по вдохновению. И если оно не появляется в нужный момент, спортсмен выступает значительно ниже своих возможностей.

Создание оптимального, наилучшего варианта психической мобилизации для каждого спортсмена — задача нелегкая. Поэтому уже давно используют способы, позволяющие обеспечить соревнующимся высокий психический тонус хотя бы лишь в общем плане, без учета индивидуальных особенностей конкретной личности. В частности, для этой цели широко применялись, а в профессиональном спорте применяются и по сей день всевозможные допинги — фармакологические препараты, стимулирующие деятельность нервной системы и всего организма. А там, где от допинга отказались, предлагаются другие средства, авторы большинства которых придерживаются следующего принципа — надо сделать спортсмена очень сильным и выносливым в физическом плане, и тогда, чувствуя свою силу, он будет и в психическом отношении более устойчив и мобилизован.

Резон в таком подходе, несомненно, есть. Так, в частности, решила проблему психической подготовки перед первенством мира по футболу 1970 года сборная Бразилии, взявшая на вооружение специальную американскую программу, выполнение которой действительно заметно повысило физическую силу и выносливость игроков, что, в свою очередь, укрепило чувство психической уверенности в своих возможностях. В других случаях используют особенности перестройки организма после пребывания в среднегорье — практика подтверждает, что подготовка в слегка разреженном воздухе позволяет потом, после спуска с гор, показывать более высокие результаты, чем при обычных тренировках. Применяются и такие методы, как специальные вакуум-аппараты, активизирующие обменные процессы в тканях, что дает чувство свежести и легкости в мышцах и суставах. Недавно промелькнуло сообщение о том, что шведские специалисты предложили для поднятия тонуса организма использовать особую методику переливания крови...

Но так как все эти методы действуют лишь «вообще», никак не учитывая особенностей личности данного спортсмена, то они не могут считаться специфическими способами для создания индивидуально-оптимального состояния психической мобилизации. А в ряде случаев они просто неприменимы. Что, например, может дать такой путь — от физических сил к психической мобилизации — в таких видах спорта, как стрельба по неподвижным мишеням или шахматы? Почти ничего! Поэтому поиски средств для целенаправленной психической мобилизации с учетом особенностей личности соревнующихся — задача весьма актуальная. Надо сказать, что средство такое есть. Причем сугубо «человеческое» средство. Называется оно неожиданно просто. И, вероятно, в силу этого, а также особенностей нашего воспитания у многих сразу же вызывает чувство недоверия. Средство это — сила слова. Но надо хоть раз увидеть, как, скажем, такая короткая фраза «Преодолеть себя!» порождает у спортсмена взрыв энергии, чтобы согласиться с тем, что слово, когда им пользуются умело,— великое средство самомобилизации.

О том, что может сделать с человеком точно направленное слово, написана не одна книга. Так что здесь нет смысла доказывать правоту крылатой фразы Маяковского — «Слово — полководец человечьей силы». Поэтому примем за аксиому следующее: с помощью правильно подобранных слов человек может регулировать процессы в своем организме, может изменять свое самочувствие, может, в частности, вызвать в своем состоянии такие изменения, которые составят психофизическую сущность высокой мобилизованности. А что значит — с помощью слов мобилизовать себя на достижение трудной цели? Это значит использовать самовнушение.

Подведем итоги. В официальной науке нет подразделения состояний на первое, второе, третье. Столь вольная градация

использована здесь лишь для того, чтобы было удобно говорить просто о вещах, пока не очень всем ясных. Но в каком бы состоянии — первом, втором или третьем — ни был человек, самовнушение способно оказать ему огромную помощь. В одних случаях оно будет способствовать сохранению здоровья, в других — ускорит процесс выздоровления, в третьих — даст силы, чтобы решить трудную задачу. Вот почему в наш довольно нервный век самовнушение — метод сознательной регуляции психического и физического самочувствия — должно войти в повседневную жизнь так же широко и прочно, как уже вошла физическая культура.

Был бы великий смысл в том, чтобы тренировка центральной нервной системы — по 5—10 минут в день — стала ежедневной нашей помощницей, подобно тому, как уже стали утренняя и производственная гимнастика. Пришло время, когда психическая культура — грамотное отношение к своей нервной системе — должна идти рука об руку с культурой физической. Этому можно научить с помощью научно-популярных статей, используя возможности радио и телевидения. Только тогда здоровые люди смогут сознательно и активно строить такую жизнь, утверждать такие взаимоотношения, где норма — как постоянное состояние — полностью восторжествует над всевозможными болезненными отклонениями.

О том, как проводятся практические занятия психорегулирующей тренировкой, направленные на снятие чувства чрезмерного психического напряжения, на успокоение нервной системы, мы расскажем в дальнейшем.

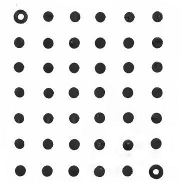
● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка наблюдательности

В МАГАЗИНЕ ИГРУШЕК

Сравните верхний рисунок с нижним и найдите игрушку, которую мать купила для своего ребенка.

НЕ ОТРЫВАЯ КАРАНДАША



Начиная с правой нижней точки рисунка, не отрывая карандаша, проведите непрерывную (без пересечений) линию через все точки к левой верхней точке. Читателям предлагается исследовать, какое максимальное число различных линий можно получить.

НАХОДКА ПЫТЛИВОГО ЧИТАТЕЛЯ

Международный гроссмейстер Ю. АВЕРБАХ, главный редактор журнала «Шахматы в СССР».

Каждый день в редакцию журнала «Шахматы в СССР» почтальон приносит увесистую пачку писем. Читатели спрашивают, предлагают, критикуют. Все, как в любом другом журнале. Но изредка у нас в почте попадаются письма, которых, пожалуй, не встретишь больше нигде.

Как известно, шахматная литература содержит сотни, если не тысячи, анализов различных шахматных позиций, выполненных специалистами своего дела, мастерами и гроссмейстерами. Однако настоящий любитель шахмат чрезвычайно взыскателен. Никому, даже самым великим, он не верит на слово. Познакомившись с замыслом автора, немедленно расставляет шахматы и старается прежде всего его опровергнуть.

Нет, дело совсем не в недостаточной добросовестности того или иного автора. Просто в анализе ошибаются все, даже обитатели шахматного Олимпа. Кстати, может быть, в этом тоже еще одна прелесть шахмат.

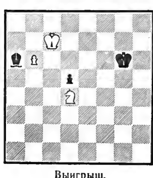
И вот, опровергнув того или иного гроссмейстера, этот любитель берется за перо и сообщает нам в журнал о своем открытии. Обычно, не взирая на лица, мы приводим подобные письма читателей в разделе «Читатель критикует». Не всем маститым это нравится, но, как говорят, «ты мне друг, а истина дороже».

Нечто подобное происходит и с задачами и с этюдами. Дотошные читатели частенько разрушают произведения, которые годами считались безупречными. Нужно сказать, что в области опровержения замыслов композиторов есть снайперы, которые моментально угадывают слабинку в том или ином произведении и сразу же попадают «в яблочко».

Об одном таком случае опровержения мне и хочется рассказать.

Много лет назад в процессе работы над теорией эндшпиля я столкнулся со следующим этюдом.

З. Вешей. 1935 г.



Выигрыш.

Его автор — венгерский композитор Золтан Вешей. Этюд был удостоен первой премии на конкурсе венгерского шахматного журнала в 1935 году. Материальные силы сторон равны. На первый взгляд позиционное преимущество белых заключается только в более продвинутой пешке, и весь вопрос в том, можно ли вытеснить слона противника с поля a6. Вот как решается этот этюд.

1. Kd4—c6 Kpg6—h7!

На вид странный ход, а на самом деле единственный. Оказывается, на помощь пешке идти нельзя. Например: 1. ...Kpf5 2. Kb4 d4 3. K : a6 d3 4. Kb4 d2 5. Kd5! d1Ф 6. Ke3+. Как видите, конь успел не только «закусить» слоном, но и поймать «на вилку» короля противника.

Но, может быть, мы выбрали неудачное поле для короля? Попробуем еще раз: 1. ...Kpf6 2. Kb4 d4 3. K : a6 d3 4. Kc5! d2 5. Ke4+. Снова та же ситуация.

Проверим теперь ход 1. ...Kpf7; тогда 2. Kb4 d4 3. K : a6 d3, и все в порядке. Но ...3. Kc6! d3 4. Ke5+ Kpe6 5. K : d3, а затем 6. Kb4 ведет к победе белых. Мы предоставляем читателям самим убедиться, что попытка удержаться королем на линии «g» приводит к проигрышу подобным же образом.

Для верности рассмотрим еще отступления короля — на линию «h»: 1. ...Kph6 проигрывает немедленно — 2. Ke7 и 3. Kf5+. Несколько сложнее дела после 1. ...Kph5. На это следует 2 Kpb8! и (проверьте это самостоятельно) у черного короля уже нет ни одного полезного хода. Если же черные ответят 2. ...Cb5, то 3. Kpb7, и на любой ход королем решает 4. Kd4.

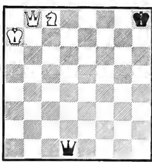
2. Kpc7—b8! Kph7—h8

Снова единственная возможность сохранить пешку. На 2. ...Kpg7 или 2. ...Kph6 следует 3. Kpa7 Cc8 4 Ke7 d4 5. K : c8 d3 6. Kd6 d2 7. Kf5+ и после 8 Ke3 конь задерживает пешку. А если 2. ...Kpf6 или 2. ...Kpg8, то еще проще — 3. Kpa7 Cc8 4. Ke7+

3. Kpb8—a7 Ca6—c8
4. Kc6—e7 d5—d4

Теперь-то уж пешка удирает от коня.

5. Ke7 : c8 d4—d3
6. b6—b7 d3—d2
7. b7—b8Ф d2—d1Ф



Обычно ферзю и коню не удается выиграть против ферзя. Однако в данном случае белые используют опасное противостояние ферзя белых и короля черных, чтобы создать решающую атаку.

8. Kc8—e7+ Kph8—g7

Отступление на линию «h» вело к мату в два хода.

9. Фb8—g8+ Kpg7—f6
10. Ke7—d5+ Kpf6—e5
11. Фg8—g7+ Kpe5—d6.

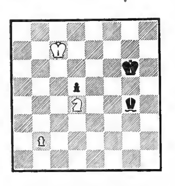
Неожиданно дорожка черного короля оказывается

очень узкой — он должен стараться избегать «вилки». Но белые быстро вынуждают его ступить на минированное поле.

12. Фg7—e7+ Kpd6—c6
13 Фe7—c7+ и черные теряют ферзя.

Этюд произвел на меня колоссальное впечатление. В нем есть все, что составляет характерные особенности большого произведения, — легкая начальная позиция, изящная игра, нарастание напряжения, смена ситуации И все это в миниатюрной форме.

К тому же, рассматривая этюд, я обнаружил, что без всякого труда можно обогатить вступительную игру, переставив в начальном положении пешку белых на b2, а слона на g4.



Таким образом, еще больше подчеркивается преимущество в подобных позициях коня над слоном. А решение становится теперь таким:

1. b2—b4 Cg4—h3
2. b4—b5 Ch3—f1
3. b5—b6 Cf1—a6,

и перед нами исходная позиция этюда Вешея.

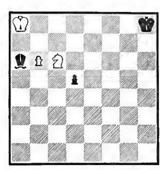
В таком виде я и включил этюд Вешея в свою книгу «Шахматные окончания».

Должен сказать, что мне в процессе работы над эндшпилем письма читателей были очень полезны. Постоянный их контроль помогает находить истину, освободиться от ошибок, которые, к сожалению, неизбежны даже при самом скрупулезном анализе.

Среди наших читателей немало таких, кто связан с журналом многие годы, кто фактически учился и вырос на материалах журнала. Таков, например, Ж. Бюзандян из Еревана. Он начал дружбу с нашим журналом с попыток опровержения различных анализов, этюдов. Сначала его попытки опровержения сами имели «дыры». Но постепенно в его анализах стала проявляться большая глубина, большая точность расчета. К тому же Ж. Бюзандян увлекся составлением задач и этюдов, и его произведения стали частенько появляться на страницах нашего журнала. И вот относительно недавно Ж. Бюзандян прислал нам письмо по поводу этюда Вешея.

Он пишет следующее: король черных на h8 расположен настолько неудачно, что возникает мысль, а нельзя ли это использовать более легким, чем в решении Вешея, путем.

Нельзя ли на ход 2. Kph8 сделать выжидательный ход **3. Kpa8?**



У черных только один ответ **3. ...Kph7,** но тогда следует **4. Kpa7 Cc8 5. Kpb8 Ca6 6. Kpc7.** Хитроумный маневр белых привел к тому, что черные, если они не хотят сразу же потерять пешку, должны продолжать **6. ...Kph8**, но на это следует **7. Kb4 d4 8. K : a6 d3 9. b7 d2 10. b8Ф+**, и все кончается.

Грандиозный замысел автора этюда рухнул — способ выигрыша оказался не единственным. И шедевр, около 40 лет входивший в сокровищницу шахматного искусства, перестал существовать.

● ПО РАЗНЫМ ПОВОДАМ — УЛЫБКИ

ТУТ ПОДОШЕЛ ПУТЕШЕСТВЕННИК...

Отто стоит на вышке над плавательным бассейном.

— Осторожно! — кричит ему служитель. — Бассейн еще не наполнен!

Тут подошел путешественник и сказал:

— Ну и что же? Он все равно не умеет плавать.

●

Мюллер жалуется знакомому:

— Вы знаете, я так громко храплю, что ночью просыпаюсь от собственного храпа.

Тут подошел путешественник и спросил:

— А вы не пробовали спать в соседней комнате?

●

Клемпке, весь забинтованный, явился на работу с опозданием на три часа.

— Я чинил форточку, оступился и упал со второго этажа, — оправдывался он.

Тут подошел путешественник и спросил:

— Со второго? И на это вам понадобилось три часа?

●

Тюрке хвастался другу:

— Я купил своей жене роскошное жемчужное колье!

— Ты же, кажется, обещал подарить ей автомобиль?

Тут подошел путешественник и сказал:

— Обещал. Но, скажите на милость, где бы он взял поддельный автомобиль?





Е Л Е Ц

«Город... гордился своей древностью и имел на то полное право: он и впрямь был одним из самых древних русских городов, лежал среди великих черноземных полей Подстепья на той роковой черте, за которой некогда простирались «земли дикие, незваемые», а во времена княжеств Суздальского и Рязанского принадлежал к тем важнейшим оплотам Руси, что, по слову летописцев, первые вдыхали бурю, пыль и хлад из-под грозных азиатских туч, то и дело заходивших над нею, первые видели зарева страшных ночных и дневных пожарищ, ими запаляемых, первые давали знать Москве о грядущей беде и первые ложились костьми за нее». Так писал о Ельце И. А. Бунин.



Балкон здания бывшей мужской гимназии (ныне средняя школа № 1). В этой гимназии в конце прошлого века учились писатели И. А. Бунин, М. М. Пришвин и видный революционер, ученый и государственный деятель Н. А. Семашко.

В летописи Елец упоминается в 1146 году. Как сообщает Никоновская летопись, «князь Святослав Ольгович, иде в Рязань и быв во Мценске, и в Туле, и в Дубке на Дону, и в Ельце, и в Проньске и приде в Рязань на Оке». Исследования историков и археологические раскопки говорят о том, что крепость Елец была основана раньше, еще в конце X века киевским великим князем Владимиром Святославичем. С тех пор на многие века «бысть сей град защита всей земли Рустей».

Ельчане принимали участие в битве на Калке в 1223 году. Елецкая дружина громила орды Мамая на поле Куликовом. Грозным был для русского государства 1395 год. Несметные полчища Тамерлана двинулись на Москву. Завоеватели дошли до Ельца, выжгли леса, опустошили окрестности и осадили крепость. Предупрежденный донесениями, московский князь Василий — сын Дмитрия Донского — спешно собрал войско и стал за Коломной на берегу Оки, готовясь встретить врага. И когда прискакал гонец с вестью, что Тамерлан остановлен под Ельцом, это было похоже на чудо. Захвачена была крепость, разрушен до основания го-